

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó



2017/6. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

TARTALOM

Vaskohászat

- 1 **Móger R.:** Acélipari tendenciák, várható kilátások, kihívások
- 4 **Cseh F. – Titz I. – Hevesi I.:** A 10 éves kampanyidőre tervezett II. sz. kohó 15 éves működésének értékelése az ISD Dunafermél
- 6 **A. K. Moaveni – A. Böhm:** LD-salak szeparálási kísérleteinek értékelése
- 11 Könyvismertetés
- 12 MVAE-hírek

Öntészet

- 13 **Hajas G.:** Vékony falu nyomásos öntvények homokformázással készült prototípusainak formátöltési viszonyait és a szilárdsági tulajdonságait befolyásoló tényezők vizsgálata
- 16 Új magyar öntészeti szabadalom
- 18 Emlékezés Ganz Ábrahámra halálának 150. évfordulóján
- 20 Tudósítás a 24. Magyar Öntőnapokról
- 22 Beszámoló a XXIV. Pivarcsi László szigetközi szakmai napokról
- 22 Testvérlapjaink tartalmából

Fémkohászat

- 24 **Horváth Cs.:** A Csepeli Fémmű újjászülése 1960–1990
- 34 **Svéda M. – Sycheva A. – Kovács J. – Rónaföldi A. – Roósz A.:** Forgó- és haladó mágneses mező hatása az Sn-Cd peritektikus ötvözt kristályosodására

Anyagtudomány

- 38 **Verő B. – Csizmazia J. – Janó V. – Réger M.:** Az eutektikus ötvözetek öntvényeinek dermedése
- 44 **Nagy H. K. – Misják F.:** Integrált áramköri alkalmazásra szánt Cu-Mn vékonyrétegek mikroszerkezete és mechanikai tulajdonságai

Felsőoktatás

- 48 A Miskolci Egyetem hírei 2017. aug.–szept.
- 50 Interjú dr. Dül Jenő címzetes egyetemi tanárral
- 53 **Farkas O.:** A selmecbányai vaskohász képzés jellemzői és meghatározó professzorai

Hírmondó

- 57 Selmecbányai Szalamander, 2017
- 58 Selmeci szellem a BME-n, a Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar hagyományörzői
- 60 Minden jegy elkelt. EUROGUSS 2018 sajtókonferencia
- 61 Fémhulladék szakmai nap Csepelen
- 62 Fazola Fesztivál 2017
- 63 Felavatták Miska huszár szobrát
- 64 Könyvismertetés
- 65 Szemelvények a Dunaújvárosi helyi szervezet elmúlt két éves tevékenységéből
- 66 Múzeumi hírek
- 69 Köszöntések
- 73 Nekrológok

Öntészet rovatunkat az 1950-ben indított és 1991-ben megszűnt önálló szaklap, a BKL Öntőde utódjának tekintjük.

FROM THE CONTENT

Móger R.: Steel market tendencies, prospects, challenges ... 1
Steel is the world's most significant construction material of the highest volume. Everywhere in our lives is present, let's think about the body of cars, the steel pillars of the skyscrapers, the bridges or a symbolic building, the Eiffel Tower. For this reason many of people see the performance of the steel industry as the main indicator of growth and economic growth.

Cseh F. – Titz I. – Hevesi I.: Evaluation of the 15 years operation of blast furnace No. 2 planned for 10 years operation at LSD Dunafer Co. ... 4
During the 2001 blast furnace reconstruction in line with international trends and developments in refractory industry blast furnace No. 2 campaign designed minimum period of 10 years. Taking account of the redevelopment of the former life cycles this was a major step towards completion of economic redevelopment. The exercise demonstrated the legitimacy of the new ideas. The proposed minimum unit has been operating for 10 years and during this campaign period 9248 446.5 tons of pig iron produced in 5253 days (14.38 years).
This article describes how it was 10 more than 14 years and what results have been achieved by the operators.

Kamali Moaveni, A. – Böhm, A.: Assessment of the BOF-Slag separability ... 6
In several laboratory experiments, the authors have studied the ability of the LD-slag to reduce the phosphorus content of slag in order to make this iron or iron oxide content more suitable for recycling in ironmaking. The analytical and mineral compositions of slag samples were determined, the phosphorus content was distributed and, after appropriate grinding, the separation of each mineral phase with flotation and wet magnetic separation was possible. In hydrated slag, the degree of degradability of high phosphorus-containing dicalcium silicate granule chemistry was also examined by at percolated with the pure CO₂ gas.

Hajas G.: Examination of influencing factors of mechanical properties and mold filling behavior in case of sand casting prototypes of thin-walled high-pressure die casting parts ... 13
Using casting technology and mold filling system described in No. 230620 registered Hungarian patent, in short casting cycle time error-free mold filling can be realised in case of prototypes made with sand casting in order to substitute thin-walled high-pressure die casting (HPDC) parts with large length to width ratio at the beginning of the production development process. Mold filling and mechanical properties of plate-shaped sand-cast castings with different wall thicknesses were examined and it was proven that these prototype castings in case of suitable alloy usage and heat treatment fulfill mechanical property requirements of HPDC parts.

Svéda M. – Sycheva A. – Kovács J. – Rónaföldi A. – Roósz A.: Effect of rotating and travelling magnetic field on the solidified structure of peritectic Sn-Cd alloy ... 34
In the course of the directional solidification experiments performed in rotating magnetic field (RMF) and travelling magnetic field (TMF), it was observed that the melt flow has a significant effect on the solidified structure of Sn-Cd alloys. In this paper, this effect was investigated experimentally in case of Sn–1.6 wt.% Cd peritectic alloy. As the effect of melt flow induced by RMF, the microstructure changes from banded to "Christmas tree"-like structure and as the effect of melt flow generated by TMF, the cellular microstructure becomes finer.

Verő B. – Csizmazia J. – Janó V. – Réger M.: The solidification of casts made of eutectic alloys ... 38
In this paper the solidification of casts made of eutectic alloys will be analysed. It is shown, that this process in simultaneously influenced by the thermal and constitutional undercooling. The driving force of eutectic solidification taking place at ΔT undercooling is determined by the difference between the effective temperature of the melt (T) and of the liquidus temperature (T_L) depending on the local composition of the melt ahead of the solidification front. If the T_L is greater than T , the driving force ΔG is increasing moving away of the front, that means the thermodynamic condition of the growth. The analysis is focused on the growth of lamellar eutectic microstructure.

Nagy H. K. – Misják F.: Microstructure and mechanical properties of Cu-Mn thin films for interconnect applications ... 44
Relation of structure and mechanical properties of Cu-20 at% Mn alloy thin film prospective as interconnect material was studied by transmission electron microscopy and nanoindentation. The DC magnetron sputtered film consists of columnar-like Cu(Mn) solid solution grains, ~ 15 nm in diameter, perpendicular to the substrate. Amorphous Cu-Mn is located in grain boundaries. Nanoindentation resulted in fragmented grains with several planar defects. Mechanical properties of the film were measured: hardness is 12,6 GPa, elastic modulus is 99 GPa, elastic recovery is 51%. The two main strengthening mechanisms were found to be the retarded operation of Frank-Read sources and the Hall-Petch effect.

Farkas Ottó: The history of the iron metallurgy education in Selmechbánya and the professors of them ... 53
The Hungarian iron metallurgy engineer education has started at the Mining Academy in Selmechbánya. All professors in Selmechbánya are presented for example the first professor, Nikolaus Joseph von Jacquin, the first Hungarian metallurgy academician Antal Kerpely, and the last professor Béla Barlai.

• **Szerkesztőség:** 1051 Budapest, Október 6. utca 7., III. em. • **Telefon:** 06-1-201-7337 •

• **E-mail:** bkl.kohaszat@gmail.com •

• **Felelős szerkesztő:** Balázs Tamás •

• **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Harcsik Béla, dr. Klug Ottó, dr. Kóródi István, Lengyelné Kiss Katalin, Schudich Anna, Szende György, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás •

• **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Nagy Lajos •

• **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670** •

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. • A közölt cikkek fordítása, utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. •

Internetcím: www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

MÓGER RÓBERT

Acélipari tendenciák, várható kilátások, kihívások*

Az acél kétségkívül a világ legjelentősebb, legnagyobb mennyiségben előállított mérnöki szerkezeti anyaga. Életünk minden területén jelen van, gondoljunk csak a gépkocsik karosszériájára, a felhőkarcolók acélpilléreire, a hidak tartószerkezetére, vagy egy szimbolikus építményre, mint amilyen az Eiffel-torony. Éppen ezért sokan az acélipar teljesítményét tekintik a fejlődés és a gazdasági növekedés egyik alapvető pillérének.

A cikkben áttekintjük a legfontosabb acélipari trendeket, különös tekintettel a kínai acélipar várható kilátásaira. Összegezzük a közeljövőben az EU acéliparára váró kihívásokat, mint például a növekvő importnyomás vagy az EU üvegházhatású gáz kibocsátás kereskedelmi rendszeréből adódó extra költségek.

Az acél a világ legjelentősebb mérnöki szerkezeti anyaga. Jelen van életünk minden területén a gépjárművektől az acélszerkezetekig, a háztartási gépektől a teherszállító hajókon át az orvosi eszközökig. Napjainkban több mint 3500 különböző acéltípust különböztetünk meg fizikai, kémiai jellemzőik alapján. A modern acélminőségek körülbelül 75%-át az elmúlt 20 évben fejlesztették ki. A fejlődést jól szemlélteti az a tény, hogy ha az Eiffel-tornyot ma újra felépítenénk a legmodernebb acélminőségek felhasználásával, a mérnököknek az eredeti tervekhez képest csak harmadannyi mennyiségű acélra volna szükségük.

Acélipari trendek

Az acélipari trendek megfigyelése és elemzése hasznos lehet az ágazaton kívüli szereplők számára is, hiszen sokan az acélipart tekintik a fejlődés és a gazdasági növekedés egyik alapvető pillérének. Első ránézésre azt gondolhatnánk, hogy az acélipari trendek a gazdasági ciklusokat követik, azonban ha jobban szemügyre vesszük a szektor mutatóit, láthatjuk, hogy ez nem feltétlenül ilyen egyszerű.

Az acélipart egy viszonylag rövid távú (2-3 éves) alapvető ciklusosság jellemzi. A növekvő árak a termelés növelését eredményezik, azonban a raktárkészletek telítődése után a kereslet csökkenni kezd, melyet az árak is követnek. A termelés csökkenésével a raktárkészletek kiürülnek, a kereskedők pedig csak a megfelelő pillanatra várnak az árak tekintetében, hogy újból elkezdődjön a készletek feltöltése. A növekvő kereslet miatt az árak újból nőni kezdenek, ami a termelés növelését eredménye-

zi, a kör bezárul, majd „jó esetben” kezdődik minden előlről. Ha ezt a ciklikusságot vagy az árak, vagy a termelés volumene nem követi, az jellemzően valamilyen komoly globális pénzügyi-gazdasági nehézséget vetít előre.

Ha megvizsgáljuk a világ acéltermelésének alakulását a 40-es évektől, láthatjuk, hogy két gyors és két lassú (egyes források szerint inkább stagnálással jellemezhető) növekedési szakasz figyelhető meg. Annak ellenére, hogy a globális acélipar gyakorlatilag folyamatos növekedést mutat, a szektort számos krízis sújtotta az elmúlt évtizedekben. A növekedés meredekségének jelentős változásai mindig a válsághelyzet kezelésére hozott intézkedésekre vezethetők vissza.

A II. világháború utáni újjáépítés időszakában dinamikusán nőtt az acéltermelés, melynek lendületét a 70-es évek közepétől az olajválságok fékezték. Ezt követően egy lassú növekedési-stagnálási szakasz köszöntött az acélgyártók életébe. A 90-es évek második felében egy eddig nem látott dinamikájú fejlődés következett be a világ acéltermelésében, melynek motorja a kínai gazdaság acéléhsége volt. Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy a világ nyersacél-termelése a 2000-es évek eleje óta gyakorlatilag megduplázódott. A kapacitásnövekedés elsősorban Kínára koncentráldott, de a távol-keleti országon kívül az ún. BRIC-csoportba tartozó országok is (Brazília, Oroszország, India, Kína) kivették belőle a részüket. A 2008-as gazdasági világválságot követően újra egy konszolidáltabb növekedés mutatkozik a világ acéltermelésében. Ha összevetjük a világ és

Dr. Móger Róbert okleveles kohómérnök. 2001-ben a Miskolci Egyetemen kohómérnöki diplomát, ugyanott 2014-ben PhD-fokozatot szerzett. A Dunaferri Acélművek Kft.-ben, ill. az ISD Dunaferri Zrt.-nél dolgozott különböző beosztásokban, jelenleg főosztályvezető. 2016 óta a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés ügyvezető igazgatója. 2017. január 1-jétől a Miskolci Egyetem Vas- és Acélmetallurgiai Intézet Tanszékének tanácskezelő egyetemi docense.

* A cikk másodközlés, a Magyar Acél c. folyóirat 1. számában jelent meg (MVAE, 2017)

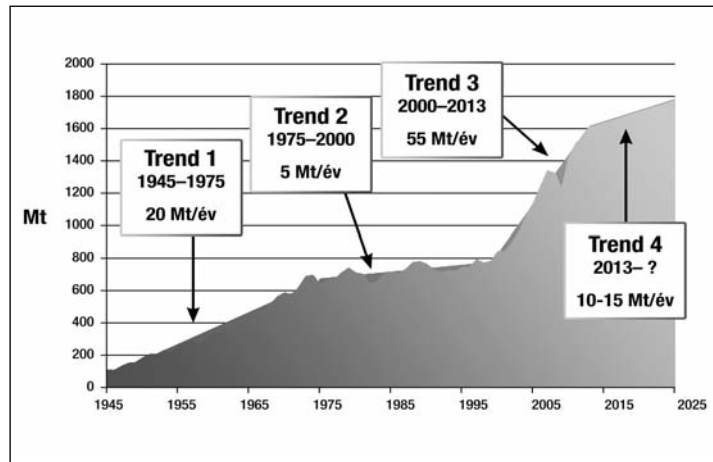
Európa nyersacél-termelési kapacitásának alakulását, akkor alapvetően ellentétes trendet figyelhetünk meg (2. ábra). Az európai acélgyártás a 60-as években jelentősen meghatározta a világ acéltermelését, annak közel 50%-át adta. Ezt követően mennyiségileg a korábban említett olajválságokig növekedett, azonban globális szerepe fokozatosan csökkent. Az európai acélipart a legutóbbi gazdasági válság jelentősen megtépázta. A korábbi, kb. 200

Mt/éves termelési szint 20%-kal csökkent, melynek okairól a későbbiekben részletesen lesz szó (3. ábra).

A kilencvenes évek elején tapasztalható európai és magyarországi termelés-csökkenés is a volt szocialista tervgazdaságok összeomlásával magyarázható. A „vas és acél országa” csak egy illúzió volt, piactársadalmi körülmények között hamar kiderült, hogy a korábbi termelési szint fenntarthatatlan.

Ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy magyarországi lakosságú országok (Ausztria, Csehország, Svédország), vagy akár annál kisebb országok (Szlovákia) acélgyártási kapacitása jelentősen meghaladja a napjainkra kialakult hazai acéltermelést.

A 2013-as magyarországi termelési mélypontot nem világgazdasági események, hanem sokkal inkább egyedi körülmények szerencsétlen együttállása idézte elő. Ide sorolható az ISD Dunaferr Zrt. nehéz gazdasági helyzete, ezzel együtt az orosz–ukrán konfliktus miatt elapadó donyecki bugaimport. Magyarország egyetlen integrált lapos acéltermékeket előállító kohászati vertikuma a 2013-as mélypont után stabil növekedési pályára állt. Reményeink szerint a 2014-ben megkezdődött növekedés tartós lesz, köszönhetően a gazdaság racionalizálásának, a minőségjavító és kapacitásnövelő beruházásoknak.



■ 1. ábra. A világ nyersacéltermelésének alakulása az 1940-es évektől

Az ÓAM Ózdi Acélművek Kft. a gazdasági válság, majd a hazai építőipar mélyrepülését követően szintén növekedési pályára állt, és termelését folyamatosan növelve erősíti gazdasági pozícióját.

Az acéliparra váró kihívások

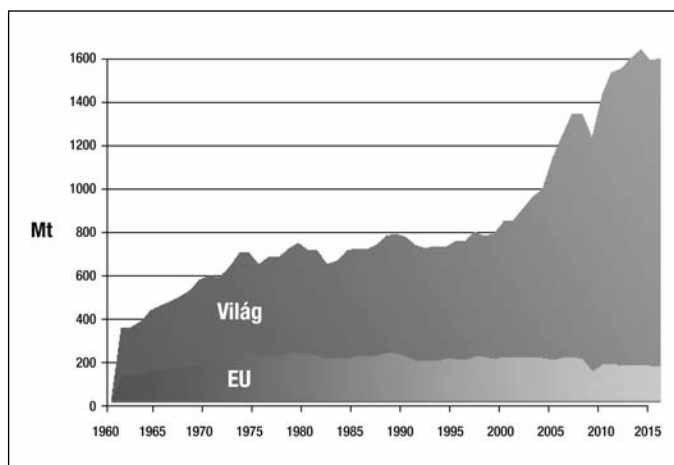
A globális acélipari kilátásokat vizsgálva (4. ábra) megállapítható, hogy az acélipar jelentős felesleges kapacitásokkal rendelkezik, melynek oka elsősorban a kínai gazdasági növekedés lassulása.

A kapacitástöbblet a piacon számottevő túlkínálatot okoz, melynek eredményeként az acélárak körülbelül 10 éves mélypontra zuhantak 2015 végére. Az OECD-országok felhívására a kínai kormány is próbálja kezelni a főként Kínára koncentrálódó acélgyártói kapacitástöbblet-problémát. Ennek keretében hosszú távú programot dolgoztak ki nehézipari kapacitá-

tonna/év acélgyártó kapacitás leépítése történt meg. A racionalizáció folytatásaként a következő években hasonló mértékű eliminációra lehet számítani. Meg kell jegyezni, hogy a leépítésre kerülő kapacitások nyilván a kevésbé korszerű, nagy fajlagos energiafelhasználással üzemelő gyártóművek közül kerülnek ki, ami azt jelenti, hogy a kínai acélipar versenyképessége tovább nő.

A globális acélipari túlkapacitásból adódóan Európa és így Magyarország is komoly kihívásokkal néz szembe, mivel piacára a kínai kapacitástöbbletből adódóan jelentős importnyomás nehezedik. Az elmúlt időszakban az EU-ban a nyersacéltermékek iránti kereslet jelentősen nőtt, azonban ezt a növekedést gyakorlatilag teljes egészében az importtal elégítették ki, mindemellett az EU-n belüli szállítások néhány tizedszázalékkal még csökkentek is. A tendenciát jól szemlélteti, hogy 2015-ben 23%-kal nőtt az EU-ba irányuló acélimport, ami így meghaladta a 32 millió tonnát. Ugyanebben az évben az EU-országok acélexportja viszont 9%-kal csökkent, alig haladta meg a 26 millió tonnát. Ennek eredményeként az EU nettó importőrré vált az acéltermékek tekintetében.

Érdemes megemlíteni, hogy míg a prémium minőségű és magas hozzáadott értékű acélokat feldolgozó ágazatok – mint például a gépjárműipar –

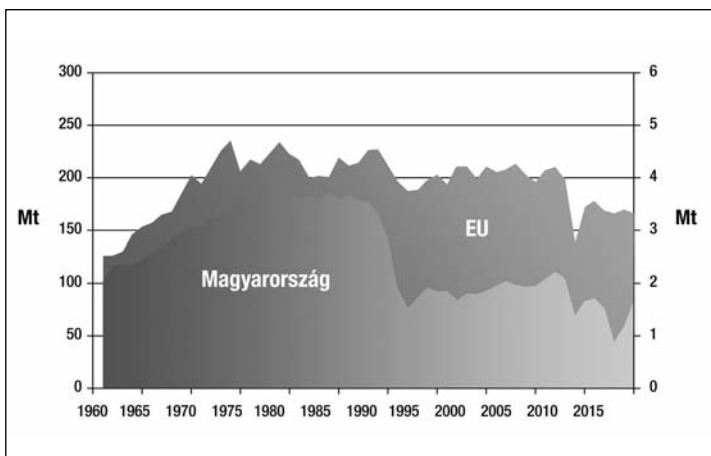


■ 2. ábra. A világ és Európa nyersacéltermelésének alakulása

jellemzően európai alapanyagból dolgoznak, addig a legegyszerűbb lágyacél és ötvözetlen szerkezeti acélminőségek az orosz és a kínai importból kerülnek ki.

A második jelentős kihívás az uniós acélgyártók, a tagországok szakszövetségei, valamint az őket tömörítő szervezet, az EUROFER előtt az, hogy az uniós döntéshozókat meggyőzzék az energaintenzív ágazatok és így az acélipar fontosságáról. Ennek két vetülete lehet, melynek kezelése döntő fontosságú az EU-ban az acélipar helyzetének jövőbeli kialakításában:

- az EU kereskedelmi politikáját hatékonyra kell tenni annak érdekében, hogy az Unión kívüli országok egyre növekvő acélimportját hatékonyan feltartóztassák. Az Unió kereskedelmi politikájának a jelenleginél aktívabbnak és hatékonyabbnak kell lennie a jövőben. A közelmúltban bevezetett dömpingvám bizonyos harmadik országbeli acéltermékekre egy jó kiindulási alap, azonban további hatékony lépésekre van szükség, mint például Kína piacgazdasági státuszának (MES) megtagadása mindaddig, míg az ország gazdasági gyakorlata az EU jól megalapozott és átgondolt kritériumrendszerének meg nem felel.
- az Európai Unió környezetvédelmi keretrendszere, azon belül is az üvegházhatású gáz (CO₂) kibocsátás kereskedelmi rendszere. Az Európai Bizottság elismeri, hogy az acélipar az egyike azon kisszámú szektoroknak, amelyek számára a kibocsátási kvóták nagyon magas kockázatot jelentenek. Ettől függetlenül a 2015-ben megfogalmazott javaslat, amely a 2021 és 2030 közötti, ún. negyedik kereskedelmi periódusra vonatkozik, nem tartalmaz érdemi könnyítéseket az acélipar és



■ 3. ábra. Európa és Magyarország nyersacéltermelésének alakulása

egyéb, jelentősen érintett ágazatok számára sem. Egyes tanulmányok szerint a javaslat jelenlegi formájában az EU acélipara számára 2021 és 2030 között hozzávetőlegesen 35 milliárd eurós költséget jelent majd. 2030-ra egy tonna acél előállítás önköltségében a fenti tétel mintegy 30 euró többletet fog jelenteni. Tekintettel arra, hogy az elmúlt években az átlagos EBITDA a szektor átlagát tekintve körülbelül 40 euró/tonna volt, elmondható, hogy a kibocsátási kvótakereskedelemből származó többletönköltség gyakorlatilag felemésztí a szektor potenciális hasznát. Ennek az európai acélipar tekintetében beláthatatlan következményei lehetnek. Elég csak arra gondolni, hogy az így kieső haszonból fedezendő beruházások, fejlesztések, kutatások elmaradásával néhány év alatt az Európai Unió elveszítheti vezető szerepét az acélipari innováció tekintetében. A ver-

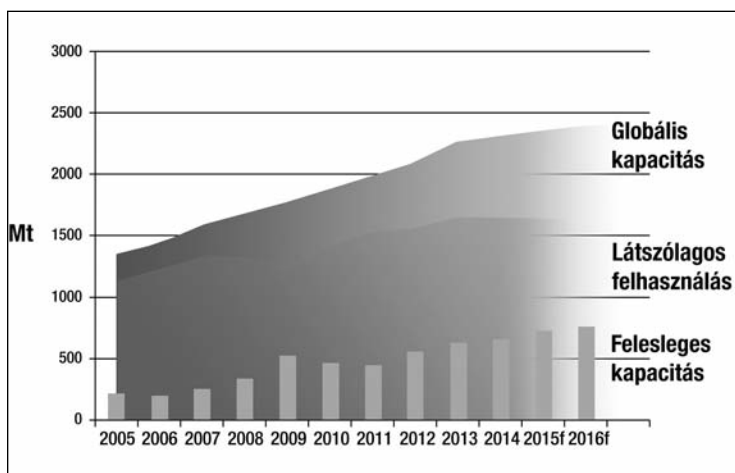
senyképesség elvesztésével az EU gazdaságának egyik alappillére jelentő teljes szektor válsága prognosztizálható, és munkahelyek milliói kerülhetnek veszélybe.

Az európai – és így a hazai – acélipar tehát erősen kitett az EU kereskedelem- és klímapolitikájának, melynek az ágazat számára kedvező irányban történő befolyásolása nemcsak az acélipar, hanem az EU ipari terme-

lése szempontjából is kulcsfontosságú. Az európai acélipar fontosságának „újr felismerése” a tagállamok kormányai részéről elkezdődni látszik, amit konkrét, az ágazatot segítő lépések követhetnek. Azonban a tagországok irányából folyamatosan egyértelmű, jól artikulált jelzéseket kell küldeni az EU-döntéshozók felé arról, hogy az európai gazdaság számára az acélipar stratégiai jelentőségű.

Acélipari kilátások

Az európai acélipart figyelembe véve mégis bizakodásra adhat okot, hogy az elmúlt években megindult az acél-igényes ágazatok növekedése a világban. Továbbá ezen iparágak felismerték, hogy prémium kategóriájú termékeket minőségi alapanyagokból lehet előállítani, amihez az EU acélipara kitűnő partner lehet. Jövőnként tekintve rendkívül fontos szempont a környezetünk védelme és ebben az innováció tekintetében kiemelkedő EU-s acélipar élen jár, hiszen a fejlesztések egyik mozgatórugója a környezetterhelés csökkentése. Ezen törekvések teljes mértékig párhuzamba állíthatók az EU céljaival, azonban rendkívül fontos, hogy az EU felismerje, figyelembe vegye és támogassa ezeket a saját szabályozási rendszerének kialakítása során.



■ 4. ábra. A globális gyártókapacitás, a látszólagos acélfelhasználás, valamint a felesleges gyártókapacitások alakulása

Az európai acélipari szektor az innováció és a technológiai színvonal tekintetében vezető szerepet tölt be a világon. Köszönheti mindezt leginkább annak a rendkívül magasan képzett több mint 300 000 embernek, aki közvetlenül az acéliparban dolgozik.

Magyarországon több mint 6 000

ember él közvetlenül, több tízezer pedig közvetve az acélgyártásból. Európában az acélipar helyzete – a beszállítókkal és a különböző kiegészítő tevékenységekkel foglalkozó – több millió munkavállaló sorsát határozza meg.

Annak érdekében, hogy az európai acélipar az innovációban betöltött

vezető szerepét hosszabb távon is megőrizhesse, a kutatás-fejlesztésre, a képzésekre (középfokú és felsőfokú), az oktatási háttér megerősítésére és az ágazat presztízsének javítására jelentős figyelmet kell fordítani a tagállamok kormányainak valamint az acélipari vállalatoknak, az uniós döntéshozók aktív bevonásával.

CSEH FERENC – TITZ IMRE – HEVESI IMRE

A 10 éves kampányidőre tervezett II. sz. kohó 15 éves működésének értékelése az ISD Dunafernről

A 2001. évi kohóátépítés alkalmával a nemzetközi trendeknek és a tűzállóanyag-ipar fejlesztéseinek megfelelően a II. számú kohó kampányidejét minimum 10 évre tervezték. Figyelembe véve a korábbi átépítési életciklusokat, ez egy jelentős lépés volt a gazdaságos átépítések megvalósításának irányában. A gyakorlat bizonyította az új elképzelések jogosságát.

A minimum 10 éves kampányra tervezett berendezés 5253 napig (14,38 év) üzemelt és ez idő alatt 9 248 446,5 tonna nyersvasat termelt.

A cikk bemutatja, hogyan lett 10-ből több mint 14 év, és milyen eredményeket értek el az üzemeltetők.

Hogyan lett 10-ből több mint 14 év?

A 2001. évi kohóátépítés alkalmával a nemzetközi trendeknek és a tűzállóanyag-ipar fejlesztéseinek megfelelően a II. sz. kohó kampányidejét minimum 10 éves időre tervezték. A korábbi átépítési életciklusokat figyelembe véve ez egy jelentős lépés volt a gazdaságos átépítések megvalósításának irányában.

A Nagyolvasztómű akkori szakembergárdája, **Rokszin Zoltán, Lehoczki**

Cseh Ferenc okl. kohó üzemmérnök. Jelenleg az ISD Dunafer Zrt. Nagyolvasztóművének gyárvezetője.

Titz Imre okl. kohó üzemmérnök. Jelenleg az ISD Dunafer Zrt. Nagyolvasztóművének gyárvezető-helyettese.

Hevesi Imre okl. kohómérnök. Jelenleg az ISD Dunafer Zrt. Nagyolvasztóművének technológiai osztályvezetője.

* A cikk először az „ISD DUNAFERR Műszaki Gazdasági Közlemények” 2016/4. számában jelent meg 2016 decemberében, a 153–155. oldalon.

József, Márkus László, Tóth László az Acélművek Kft. és a Dunafer vezetőinek támogatását és engedélyét megszerezve kezdte el, és valószínűsítette meg az átépítési feladatot.

Az elképzelések papírra vetését, tervekké dolgozását a KGT Mémóiroda végezte. A kohópáncél teljes cseréjét és a kohó központi munkáit a Termostav-Mraz spol.s.r.o. cég kivitelezte.

A hűtőlapok teljes mennyiségét a korábbi import beszerzéseket kiváltva, a Dunafer saját gyártásban, a Dunafer Fejlesztő és Karbantartó Kft. öntödéjében készítette el nagy gondossággal, szakértelemmel és szoros tervezői ellenőrzés mellett. A fenék és medence tűzálló bélésének (az élettartam hosszát meghatározó terület) terveit a Danieli Corus cég készítette és ezen tervek alapján a különösen jó minőségű grafit, karbon- és mullitblokkokat az SGL Carbon GmbH gyártotta le. A kohó samottbélését a különböző igénybe-

vételeknek megfelelő zónákra osztva határozták meg a tervezők.

Dunaújvárosban a nyersvasgyártás 1954-es megindulása óta ez volt a leghosszabb kohókampány, és ekkor termelték a legtöbb nyersvasat a legjobb fajlagos mutatókkal.

A minimum 10 éves kampányra tervezett berendezés 5 253 napig (14,38 év) üzemelt, és ez idő alatt 9 248 446,5 tonna nyersvasat termelt 524,6 kg/t nyv. fajlagos koks és 29,69 m³/tnyv fajlagos földgázfelhasználással.

Éves szinten 2006-ban minden idők eddigi legnagyobb termelését produkálta a berendezés 714 749,1 tonnával, mely termelési szint elérésében különös jelentőséggel bírt az elegyoptimalizálás, amit a Nagyolvasztómű gyárvezetése mindig kiemelten kezelt. A fenti időszakban Tóth László volt a gyárvezető.

A főbb mutatókat az 1. táblázat tartalmazza.

A kohó leállítására többszöri időpont-módosítás után, 2015. december 19-én 21 óra 50 perckor került sor az anyagoszlop leengedésével (a kohó kifúvatása) és a medencében maradt olvadék (medve) kicsapolásával. A lehűtést követő bontás során beigazolódott, hogy a hosszú kampányidő alatt minden elemében elhasználódott a II. sz. kohó, és a további tartós üzemelésre alkalmatlan volt már a berendezés, az átépítésre történő leállítás időszerű volt.

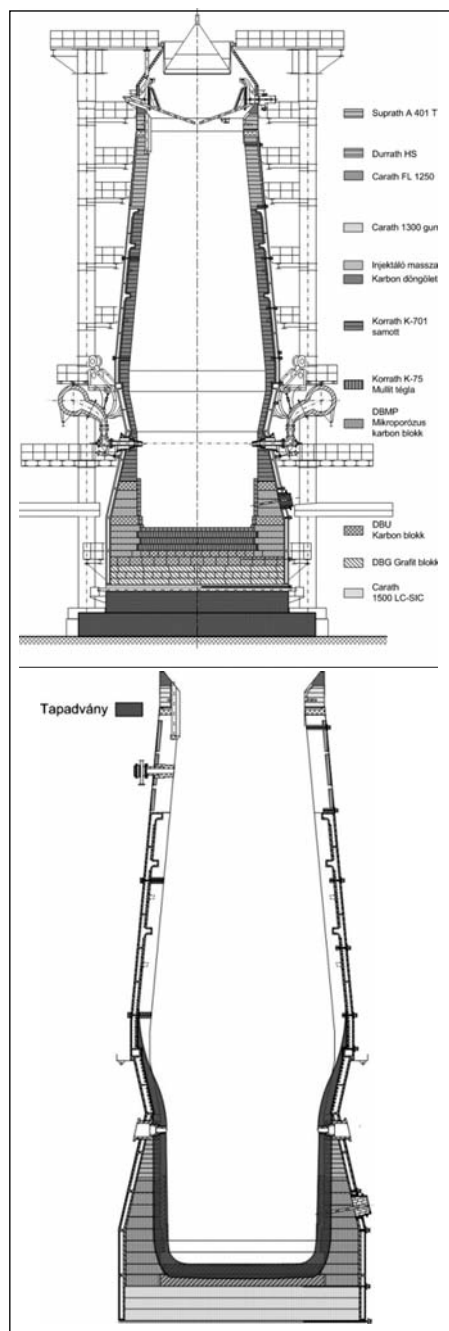
1. táblázat. A II. kohó jellemző adatai 2001. 08. 02-től – 2015. 12. 19-ig

Kohótérfogat	m ³	1033
Műszaki mutatók		
Nyersvastermelés	tonna	9 248 446,534
Naptári idő	nap	5 253,000
Naptári idő	év	14,384
Üzemidő	nap	4 960,823
Naptári idő kihasználás	%	94,438
1. Torokzár naptári idő	év	3,022
2. Torokzár naptári idő	év	2,770
3. Torokzár naptári idő	év	3,312
4. Torokzár naptári idő	év	5,258
Elegy - szállópor	tonna	15 143 169,509
Kokszfelhasználás	tonna	4 851 734,150
Földgázfelhasználás	Km ³	274 618,076
Kohósalak (számított)	tonna	3 072 066,583
Üzemnapi termelés	t/ünap	1 864,297
Fajlagos elegy - szállópor	kg / t nyv.	1 637,374
Fajlagos kokszfelhasználás	kg / t nyv.	524,600
Fajlagos kohósalak (számított)	kg / t nyv.	332,171
Fajlagos földgázfelhasználás	m ³ / t nyv.	29,693
Kokszterhelés - szállópor	t elegy / t koksz	3,121
Járatintenzitás	t koksz / m ³ × üzemnap	0,947
KIPO	m ³ × üzemnap / t nyv.	0,554
Áthajtott elegy - szállópor	t elegy / m ³ × üzemnap	2,955
Elegykihozatal - szállópor	%	61,073
Adagszám	adag	627 104
Csapolás	darab	52 375
Üst	darab	130 976
Tál (salaküst)	darab	178 230
Csapolás / üzemnap	darab	10,56
Nyersvas	tonna / üst	70,61
Salak	tonna / tál (salaküst)	17,24
Üst / csapolás	darab	2,50
Tál / csapolás	darab	3,40
Érc adagsúly	tonna érc / adag	24,15
Koksz adagsúly	tonna koksz / adag	7,74
Koksz adagsúly	2001.08.02. – 2011.06.01.	7,8
Koksz adagsúly	2011.06.02. – 2015.12.19.	7,5

A következőkben néhány főbb megállapítást teszünk a berendezés üzemeltetésére vonatkozóan, kifejezetten a főbb egységekre szorítva.

A kemencébe épített anyagok minősége megfelelő volt a tervezett hosszú élettartamhoz, de az anyagok élettartama szempontjából rendkívül fontos volt azonban a berendezés kíméletes és szakszerű üzemeltetése is. Az aknafalazat védelme érdekében kezdettől fogva törekedtek az üzemeltetők a központi járat kialakítására. Ennek volt köszönhető, hogy az első hűtőlap meghibásodásra csak 2003. március 14-én került sor, ami az orr-hűtés kikötésével járt. 2009-ig évenként 1-1 hűtőlap és néhány orrhűtés kikötésére volt szükség. 2010-ben

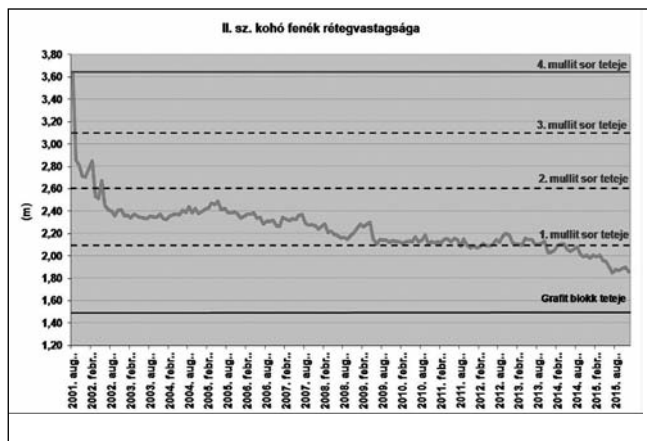
már öt hűtőlap és egy orr-rész is meghibásodott. A legkritikusabb a 10-11-12-es sor 25-29-es hűtőlapjainak területe volt, melyekhez 2011 áprilisában és májusában két póthűtőelem is beépítésre került. 2011-től a falazati hőelemek jelzéseiből arra lehetett következtetni, hogy az eredeti falazat döntő része erodálódott, és már csak a vékonyabb, úgynevezett „önbélés” működik, ezért a vízbetörések megelőzése érdekében a hűtőlapok orr-részeit mindenhol kikötötték. 2013-tól a berendezés leállításáig még négy póthűtőelemet kellett beépíteni, megszorodtak a hűtőlapkikötések és gyakran szükségessé vált a kohópáncél repedéseinek javítása, megerősítése.



■ 1. ábra. A kemence eredeti falazata, hűtő és adagoló rendszere, valamint a leállás után felvett kifúvatási profil (megmaradt falazat illetve tapadvány)

A kemence eredeti falazata, hűtő és adagoló rendszere, valamint a leállás után felvett kifúvatási profil (megmaradt falazat illetve tapadvány) az 1. ábrán látható.

A kampány során kétféle fúvóformát használtak. A több tíz éve használt német (REA és HW) típuson kívül kipróbálták a dél-koreai (SEOUL ENGINEERING CO., LTD.) alacsonyabb árú fúvóformákat is. A tapasztalat a jól bevált német típus használatának létjogosultságát igazolta. Az



■ 2. ábra. A II. kohófenék rétegvastagsága



■ 3. ábra. A kohófenék megmaradt falazata

ExTuL project (az RFCS által támogatott EU program) keretén belül kiépítésre kerültek a fúvóformák bemeneti és kimeneti hűtővizének mennyiségét ellenőrző indukciós áramlásmérők, valamint a hozzájuk kapcsolódó hőmérsékletmérések. A rendszer 2012. április 24-e óta zavartalanul üzemel, és hasznos információkkal látja el a kezelőszemélyzetet a fúvóformák állapotáról.

A komplett adagolóberendezést négy alkalommal cserélték. A korábbi átlagos három évenkénti torokzárcserékkel szemben a kohó leállítását megelőző időszakban a berendezés több mint öt éves élettartamot ért el. Megjegyzendő, hogy az utolsó másfél évben minden TMK alkalmával a nagykúppalást bemaródott részeit keményfém felhegesztéssel javították, valamint az átépítésre történő leállást megelőzően 2013. január 25. és 2014. augusztus 20. között a berendezés 100%-ban zsugorítvány-felhasználással üzemelt.

A kohó kampányidejének alapvető

meghatározója az olvadék tárolására szolgáló medence (fenék) kialakítása, a beépített tűzálló anyagok fajtája és minősége. A medence állapotának változásait kezdettől fogva kiemelten kezeltük, rendszeresen ellenőriztük. Ebben segítségünkre volt egy matematikai modell, amely a beépített falazati hőelemek mért értékei alapján, felhasználva az egyes falazatrétegek hővezető képességét, becslést szolgáltatott számunkra a falazat erőzójára, ezzel együtt a maradó rétegvastagságra vonatkozóan.

A 2. ábrán jól látható, hogy a kohó indítását követően intenzív fenékerózió volt tapasztalható. Mintegy egy év elteltével a folyamat intenzitása lecsökkent, szinte stagnálóvá vált. Feltételezhető, hogy kialakult egy „dinamikus egyensúly”-nak nevezhető folyamat a medencében lévő olvadék, a karbonfalazat és a külső hűtés között.

A változások jellegéből összefüggést lehet találni a berendezés üzemeltetésének körülményeire, az in-

tenzívebb vagy visszafogottabb medenceforgalomra. 2014 elejétől a kohófenék fogyásában enyhe élénkülés tapasztalható, mely eltartott a berendezés leállításáig.

A 3. ábrán jól látszik az olvadékkal érintkező terület (a kép középső és felső része). A határvonal alul eljutott a legelső mullit réteg felső negyedéig, oldalt pedig az eredeti karbonblokkoknak mintegy kétharmada maradt meg. A kerületen és az alsó rétegekben (a kép jobb oldalán) láthatóak az épen megmaradt karbon- és grafitblokkok, melyeknek rendkívül fontos szerepük volt a kohófenék hőegyensúlyának kialakításában.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a több mint 14 éves kimenetelélettartam a jól kialakított hűtőrendszernek, a beépített kiváló minőségű tűzálló anyagoknak, a magas színvonalú karbantartásnak és nem utolsósorban a berendezést kímélő szakszerű üzemeltetésnek volt köszönhető.

ALI KAMALI MOAVENI – ANDREAS BÖHM

LD-salak szeparálási kísérleteinek értékelése

A szerzők többféle laboratóriumi kísérletben tanulmányozták az acélgyártási konvertersalak foszfortartalmának csökkentési lehetőségeit abból a célból, hogy újrahasznosításra alkalmasabbá tegyék ezt a nagy vas-, illetve vasoxid tartalmú mellékterméket a nyersvasgyártásban. Meghatározták a salakminták elemi és ásványi összetételét, a foszfortartalom eloszlását, továbbá megfelelő aprítás-örlés után az egyes ásványi fázisok flotálással, illetve nedves mágneses szeparálással lehetséges szétválaszthatóságát. Vizsgálták továbbá a vizes salakpépben elsődlegesen a nagy foszfortartalmú dikalcium-szilikát szemcsék kémiai megbonthatóságának mértékét szénsavas oldással.

A bázikus oxigénkonverteres acélgyártás elkerülhetetlen mellékterméke a konvertersalak. A salakba záródott fémes vas, illetve vasoxid (FeO , Fe_2O_3) nyersvasgyártás során történő hasznosításakor fontos a salak foszfortartalmát előzetesen csökkenteni. Jelen szakcikk a foszfor fizikai-kémiai módszerekkel történő előzetes szeparálhatóságát vizsgálja.

A kiindulási anyag összetétele elemzése – a mikroszkopikus és SEM-vizsgálatok – azt mutatták, hogy a salak túlnyomórészt dicalcium-szilikátból ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, a továbbiakban C_2S) áll, továbbá különböző összetételű kalcium- és magnézium-tartalmú ferritek, illetve fémes vas és szabad CaO található még benne. A foszfor elsősorban a C_2S -fázisban található, ezért flotálással és nedves mágneses szeparációval vizsgáltuk a diamágneses szilikátok a vasoxid-tartalomtól való elválaszthatóságát. A kémiai összetételt műszeres ásványtani vizsgálattal, illetve fizikai osztályozási módszerek kombinációjával határoztuk meg.

A kísérlet során a C_2S felbontásához tiszta szén-dioxid-gázt engedtünk át a salakpépen, illetve beállítottuk a flotáláshoz megfelelő pH-értéket. A karbonizációs folyamat eredményeként a szűrletben kémiai módszerekkel kis foszfortartalom volt kimutatható, bizonyítva a C_2S -fázis sikeres felbontását. CO_2 -adagolás nélküli esetben viszont még hosszú időtartamú (162 óra) vizes oldás után sem volt kimutatható foszfor a szűrletben.

A C_2S részleges lúgzással történő szétválasztásának hatását, illetve a CaCO_3 -csapadék kiválását – a SEM, illetve a laboratóriumi méretű osztályozás alapján – a cikkben szintén bemutatjuk.

1. Bevezetés

A konvertersalakok nagy nehézfém-tartalma miatt Ausztriában a 2015–2016. évi jogszabályok [1] korlátozzák az építőanyagként történő felhasználásukat, melynek következtében a konvertersalakok hasznosítása az előző évek szintjének 2-3%-ára esett vissza. Azóta nagy erőfeszítések történtek ennek a salaktípusnak az új jogszabályoknak megfelelő felhasználására.

A kémiai összetétel szerint – ahogy az 1. táblázatban látható – a salak nem áll messze egy viszonylag gyenge minőségű vasértől, a feldolgozásának a salak nagy foszforkoncentrációja az egyetlen korlátja. A foszfortartalom nem csökkenthető a kohászati folyamatokban a kívánt mértékben, így más megoldást szükséges keresni. A folyamatban lévő kutatás célja a foszfortartalom nagyolvasztón kívüli csökkentési lehetőségeinek vizsgálata olcsó (alacsony energiafogyasztású) eljárásokkal. A folyamatban lévő kutatási munkát a K1-MET kutatási program irányítja és részben az osztórák kormány finanszírozza.

Nyersanyagelemzés

A leobeni Ásványelőkészítési Intézetben az anyagelemzés módszereinek egyedülálló sorozatát fejlesztettük ki a feldolgozásra váró nyersanyagok értékelésére. Számos modern laboratóriumi mérési módszert kombinálunk az alábbiak vizsgálatára:

- az aprítási művelet adott anyagra jellemző energiaszükséglete,
- egy adott maximális részecskeméretre reprodukálható méreteloszlás,
- a méretosztályonként a fizikai tulajdonságok eloszlása,

- az ásványi alkotók szerkezete, amik az elemi eloszlást és az ásványi anyagok feltárási állapotát jellemzik.

Az első lépésben a szétválaszthatóságot az úgynevezett Optimalizált Aprítási Sorrend (OCS) eljárás szerint teszteltük [2]. A háromfokozatú finomítási vizsgálat során egy laboratóriumi méretű zúzópofás törőt (Retsch100), egy laboratóriumi rudasmalmot (150 mm átmérőjű) és egy golyósmalmot (átmérő 200 mm) használtunk fel, hogy meghatározzuk a nyomó és az ütő igénybevételek minimális energiafogyasztását. A használatos Rittinger-együttható (R , cm^2/J) összefüggésben áll az OCS-eljárással kialakított összfelülettel és a mért összes energiafogyasztással.

Az optimalizált aprítás mérési eredményeit diagramon ábrázolva (1. ábra) azok – általánosságban – jó közelítéssel egyenes vonal mentén találhatók, amelynek a vonatkozó Rittinger-index határozza meg a dőlésszögét. A BOF-salak esetén a Rittinger-index 12,9 cm^2/J értéket mutat, ami kívül esik az aprításnak nagy mértékben ellenálló anyagokra jellemző értéktartományon (ez mész-kő esetén a 70-100 cm^2/J tartományba esik).

A fenti módszerrel nyert aprítási termékeket a méretosztályok minimális variációja jellemzi, azaz csekély méreteloszlást egy adott maximális részecskemérettel.

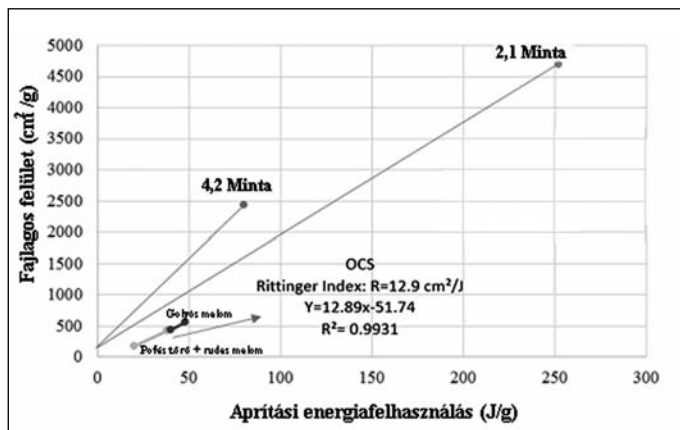
Az aprított anyagok méret szerinti két osztályát – 40-71 μm , illetve 71-100 μm – vizsgáltuk [3] egy ismert mágneses erejű kézi mágnessel azért, hogy értékelhető legyen a minta látszólagos mágneses szuszceptibilitásának eloszlása a mágnes és a minta között a távolság változásának függvényében. A látszólagos mágneses szuszceptibilitás a gyengén ferromágneses és az erősen paramágneses jelleg között változott, az értékek $1,659 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$, illetve $2,749 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$ voltak, a látszólagos mágneses szuszceptibilitási értékek pedig 0,676-0,007 (a tiszta magnetit szuszceptibilitása 5-10 közé esik).

A mágneses szuszceptibilitásuk szerint szeparált osztályokat kémiai összetételük meghatározására a

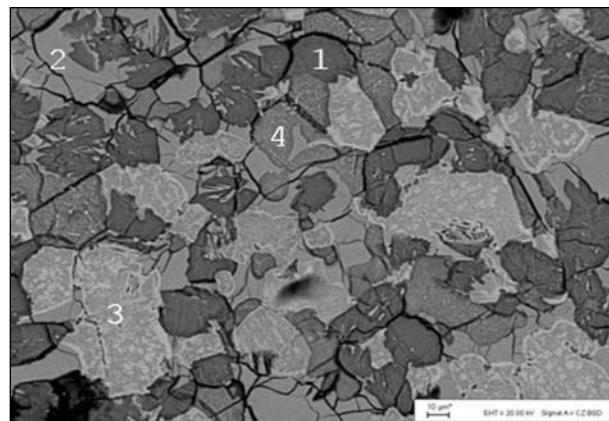
Dr. Andreas Böhm bányamérnök, a Leobeni Egyetem Ásványelőkészítési Tanszékének helyettes vezetője, egyetemi adjunktus, és a tanszéki kutatólaboratórium vezetője. Szűkebb szakterületéhez tartozik a vasérc dúsítása és mágneses szeparálása, továbbá a különféle ásványelőkészítési módszerek és a neutrondiffrakció alkalmazásainak kutatása, mely területeken a 2000-es évektől számos nemzetközi kutatási projektet is irányított.

Ali Kamali Moaveni jelenleg PhD-hallgató a Leobeni Egyetem Ásványelőkészítési Tanszékén. Tudományos vezetője dr. A. Böhm adjunktus, akivel közösen dolgozik az „Acélgégyártási salakok” című K1-MET projekten. A kutatási projektet Böhm adjunktus vezeti és az ausztriai acélipar is támogatja.

* A cikk az OPMR2016 (Opportunities in Processing of Metal Resources in South East Europe) Budapest 2016. november 28–30. konferencia kiadványában (174–183. oldal) jelent meg.



■ 1. ábra. LD-salak aprításának energiafelhasználása OCS és VRM200 eljárások esetén



■ 2. ábra. LD-salakról készült BSE-felvétel, szemcseméret –1 mm +0,5 mm. 1–C₂S; 2–Ca-Al-ferrit; 3–Mg-ferrit (változó mennyiségű Fe-tartalom), 4–CaO

1. táblázat. A kiindulási salak átlagos kémiai összetétele

Elem	Mennyiség [%]
Fe _{total}	24,25
Ca	26,58
Si	5,68
P	0,49
Mg	3,97
Mn	4,34

XRF-fel (bead) vizsgáltuk. Az ásványi összetételt és az elemi eloszlást a polírozott felület XRD (XRD Bruker D8 Advance) és SEM/EDS (Carl Zeiss Evo MA 15, INCA analízis szoftver elemzés) mérési módszerek kombinációjával határoztuk meg. A 2. ábra a 4,2 számú kiindulási salakmintáról készült visszaszórt elektron (BSE) felvételt mutat be. A SEM és XRD eredmények bebizonyították, hogy a kalcium-szilikát ásvány csak dikalcium-szilikát (C₂S) formában fordult elő.

A 2. ábrán bemutatott BSE-kép az ásványos fázisok textúráját mutatja, érzékelte az összenőtt szerkezetet. A fizikai, kémiai és ásványtani elemzések együttes használata kimutatta a fémes vasat, Mg-ferritet és Ca-Al-ferritet, mint mágneses fázisokat, míg a szabad mészt és dikalcium-szilikátok fontos, nem mágneses tulajdonságú fázisokként jelentek meg. A

foszfor többsége a dikalcium-szilikátban volt megtalálható. Az eredmények ismeretében az ásványelőkészítésnek az volt a feladata, hogy olyan alapanyagot adjon a zsugorító mű számára, ahol a szilikátfázis elvált az oxidosoktól.

A mágnesezhető frakciók C₂S-tartalmát a vizsgálatok szerint a SiO₂-tartalom alapján lehet meghatározni a Henry Reinhardt-féle diagram megismerésével. Ez azt mutatja, hogy a C₂S-tartalom növekedése a mágneses szuszceptibilitás csökkenésével jár, de a C₂S 40 µm-nál nagyobb frakciói esetén sikertelen a feltárás. Ezért a C₂S-fázis megfelelő feltáráshoz, az anyag őrlésekor legalább 40 µm alatti méret elérése szükséges.

Az eddigi gyakorlatban a víz jelenléte elkerülhetetlen tényező volt a sikeres folyamathoz, ebben a kis mérettartományban. Ebben az értelemben a hidratációs reakció kinetikáját is döntő tényezőnek kell tekinteni. A 40 µm feletti tartomány feltárási elemzéséhez a 2D képanalízissel történő meghatározás a 3D-s eljárás kalibrálásával lehetséges, ami azt mutatja, hogy a sztereológia kisebb jelentőséggel bír a feltárt fázis elemzésében [4]. A hűtési idő és az adalékok hatásának meghatározása a mágneses viselkedésre és a feltárás mértékére

2. Mintaelőkészítés és előzetes szétválasztási vizsgálatok

A mágneses elválasztáson kívül a flotálás volt a másik lehetséges elválasztási módszer.

A száraz finom őrlést függőleges görgős malom (VRM 200) segítségével, egy 200 mm-es átmérőjű tárcsával, 140 mm-es átmérőjű görgővel végeztük az Ásványelőkészítési Intézetben. Érdekes megjegyezni, hogy az abszorpciós szilárdság és a sűrűség által az energiafogyasztás (amelyet az őrlési eszköz által felvett energia ad meg) alacsonyabb, mint a nyomószilárdság és az ütközés hatása volt a golyósmalmokban, amint az az 1. ábrán látható.

Az 1. ábrán feltüntetett 4,2 mintadarabokat a VRM 200-at a 2430 cm²/g fajlagos felületre porították egylépcsős aprítással, majd további hidratációs és gázosítási kísérletek zajlottak. A 4,2 minta fizikai tulajdonságai a 2. táblázatban találhatók meg.

A VRM 200 durva és finom termékeinek – nyitott körfolyamatban – elvégzett kémiai vizsgálata nem mutattak eltérést a salak különböző fázisai között.

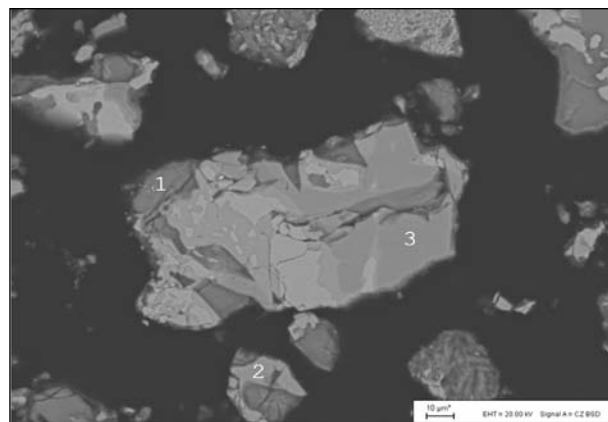
A LIMS (laboratóriumi méretű dob, SALA típus) és laboratóriumi méretű golyósmalom szeparátor segítségével elvégzett előzetes nedves elválasztási tesztek azt mutatták, hogy a mágneses mező 0,12 T fluxus sűrűségi értéke túl alacsony ahhoz, hogy a finom méretű részecskék hatékonyan szétválhassanak. A jövőbeli kutatási munka magába foglalja a részletesebb elemzéshez a HGMS-

2. táblázat. A 4,2 minta, illetve a 2,1 minta fizikai jellemzői

A minta jelzése	K ₉₀ [µm]	K ₅₀ [µm]	K ₂₀ [µm]	Fajlagos felület [cm ² /g]	Energiafogyasztás [kWh/t]
4,2	71	22	4	2430	22,3
2,1	26	11	3	4700	69,8



■ 3. ábra. A salak hidratációs kinetikája a hidratációs idő függvényében



■ 4. ábra. A hidratált salak SEM/EDS vizsgálati eredménye (1–C₂S, 2–Mg-ferrit, 3–Ca-Al-ferrit)

teszt elvégzését. Egy 10 cm-es pólustávolságú 1 dm³ méretű 0,7 T-es mágneses fluxus sűrűségű elektromágnezt alkalmaztunk.

A 4,2-es mintán a laboratóriumi méretű járókerekes keverőt használó előzetes flotációs tesztek is gyenge szétválasztást eredményeztek. A flotációs kísérlethez egy laboratóriumi Denver-cellát alkalmaztunk olajsav reagenssel. Az aminosokat flotálási eljárásokban rendszerint arra használják, hogy az enyhén savas vagy semleges pH-jú szilikátok felússzanak, azonban a salakpép pH-értéke 12,6 volt. Másfelől, a mechanikai flotációs cella alkalmazása a >20 µm részecskeméret-tartományban, rövid időtartam és helyhiány következtében nem volt megfelelő. Ezért az Ásványelőkészítési Intézet a laboratóriumában egy laboratóriumi flotációs oszlop-cellát alakítottunk ki a salak kívánt méret szerinti eloszlásának eléréséhez. Az oszlopcellák nagyobb esélyt adnak a finom részecskék kapcsolódáshoz vagy szétváláshoz a gyűjtésre és tisztításra szolgáló zónákban.

Annak érdekében, hogy szisztematikusan tanulmányozható legyen az aminos gyűjtőreagens alkalmazhatósága, szénsavat adagoltunk, hogy az semlegesítse a salak-szuspenziót és felbontsa a C₂S-t annak érdekében, hogy elválhasson a foszfor. A szénsav a legkönnyebben hozzáférhető sav az acélipari üzemből.

3. Hidratáló reakció

A hidratációs folyamat kinetikájának meghatározásához a salak-szuspenziót (a folyadék és szilárd anyag meghatározott arányában) a 4,2 mintából és desztillált vízzel készítettük el. A megszáritott szűrőpogácsa tömegének növekedését a hidratálási idejével összevetve, mint a hidratációs folyamat értékelési számát vizsgáltuk. A különböző hidratációs időtartamhoz tartozó eredményeket a 3. ábrán mutatjuk be a különböző hidratációs kinetikákat a rövid ideig tartó érintkezés esetén (< 140 óra).

A száraz szűrőpogácsának és a szűrletnek a kémiai vizsgálati eredményei azt mutatták, hogy a kalcium részben feloldódott a folyadékfázisban. Mivel a rövid idejű hidratálási folyamat során nem volt megfigyelhető fázismódosítás, ezért arra a következtetésre jutottunk, hogy a feloldódott kalcium valószínűleg a szabad mésztartalomban jelenik meg. A 4.

3. táblázat. A hidratációs folyamat szűrletének kémiai vizsgálati eredménye

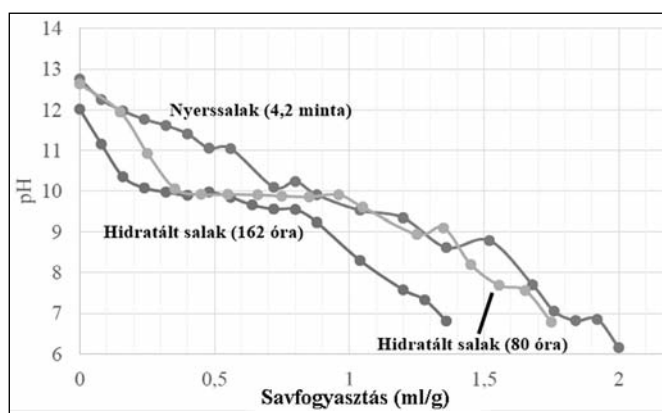
Elem	Koncentráció [mg/l]
Fe _{total}	1,56
Ca	144,6
Si	1,7
P	<0,1
Mg	0,3
Mn	3,78

ábra és a 3. táblázat mutatja be a hidratált salakra vonatkozó SEM-vizsgálat eredményét és a szűrlet kémiai analizisét.

3.1. Sav semlegesítési képesség (ANC)

Az ANC meghatározásához 12,5%-os hígított sósavat (HCl) titráltunk a salakba, hogy meghatározzuk a kiindulási hidratált salak semlegesítéséhez szükséges sav mennyiségét. Az 5. ábrán látható, hogy a hidratált anyag esetében csökkent a salak

semlegesítéséhez szükséges sav mennyisége. A salakpép természetes pH-ja 12,7-ről 12-re kissé csökkent, bár a pép még mindig nagyon bázikus. A hidratált salak semlegesítésére szolgáló összes savfogyasztás (162 óra alatt) megközelítőleg 1,35 ml/g volt.



■ 5. ábra. Az ANC-vizsgálat eredménye a kiindulási és a hidratált salak esetén

4. Az LD-salak karbonizációja

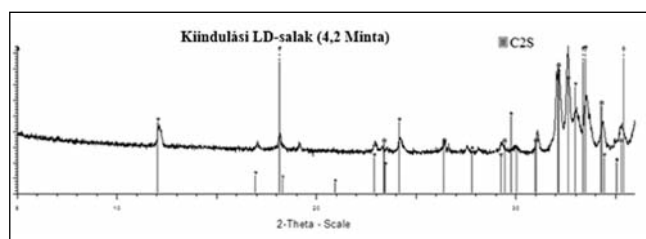
A karbonizációs folyamat

célja a salakpép neutralizálása (hogy képes legyen az aminosavat használni a szilikátok flotálási reagenseként) és a C_2S -fázis felbontása (hogy felszabadítsa a foszfort). A karbonizáló folyamathoz tiszta szén-dioxidgázt (CO_2) vezettünk a salakpépbe, szuszpenziót állítva elő – meghatározott folyadék-/szilárdanyag-arány mellett – a 4,2 mintából és desztillált vízből. Keverőeszközként mágneses keverőt használtunk a szilárd fázis leülepedésének elkerülésére és a részecske-buborék találkozási valószínűségének növelésére. Az elgázosítás 80 percig tartott környezeti feltételek között. Ezután a szuszpenziót leszűrjük, és a szűrőpogácsát 105 °C-on 24 órán keresztül kemencében szárítottuk. Ezt követően a szűrletet és a szűrőpogácsát kémiai vizsgálatnak vetettük alá. Továbbá XRD- és SEM-vizsgálatokat végeztünk a szárított szűrőpogácsán, hogy meghatározzuk a gázosítással megtörtént fázisátalakulásokat.

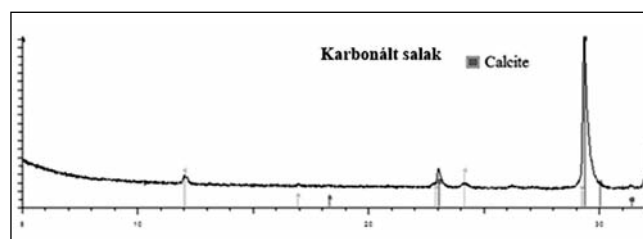
A kapott eredmények a 4. táblázatban azt mutatják, hogy a szűrlet kalcium- és foszforkoncentrációja drasztikusan csökkent, illetve megnövekedett.

5. táblázat. A szénsavval kezelt minták SEM-vizsgálatának eredményei

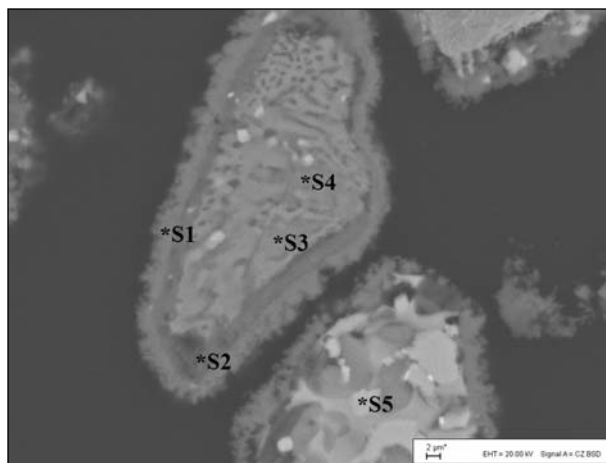
A mintavétel helye	Elemek [%]								Fázis
	O	Mg	Si	P	Cl	Ca	Mn	Fe	
S1	80,3	-	1,5	-	0,3	17,3	-	0,5	Ca-ban gazdag
S2	70	-	14,3	0,8	-	13	0,4	1,5	CS
S3	61,5	-	13,6	-	-	23,7	0,4	0,7	C_2S
S4	63,5	-	12,5	-	-	22,7	0,6	0,8	C_2S
S5	53,1	12,1	-	-	-	2,3	8,6	23,8	kalcium-ferrit



7. ábra. Az kiindulási salak XRD-eredménye – a C_2S megjelenése a kiindulási salakban



8. ábra. A karbonált salak képződése – C_2S helyett a kalciumot tartalmazó $CaCO_3$



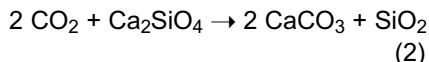
6. ábra. SEM-vizsgálat a szénsavval kezelt salakból: a kalcium-karbonát részecskét körülvevő réteg

4. táblázat A karbonizációs folyamat szűrletének kémiai analízise

Elem	Fe _{total}	Ca	Si	P	Mg
Koncentráció [mg/l]	<0,1	49,1	43,5	0,3	44

dett. Az említett jelenség a C_2S -fázis bomlásának, illetve egy új fázis képződésének lehet a következménye.

A C_2S bomlási kémiai reakciója a szénsav hozzáadásával az alábbiak szerint történik:



Az említett következtetést az XRD- és SEM-vizsgálatok is megerősítették, és egy újonnan képződött fázist,

kalcium-karbonátot mutatnak ki.

4.1. SEM-eredmények

A pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) vizsgálatot a 6. ábrán bemutatott szénnel bevont polírozott mintákon végeztük. Az elemek atomtömegével, amelyeket az 5. táblázatban mutatunk be, a rendelkezésre álló fázisokat szénsavval kezelt salakra adtuk meg.

A szénsavas kezelés következtében a kicsapódott kalcium-karbonát réteg átlagosan 3-4 mikron vastagsággal vonta be a részecskéket. Az újonnan képződött réteg megakadályozta a gáz bejutását a részecskék belsejébe és blokkolta a gázosítási folyamatot. A karbonizációs szűrlet kémiai analíziséből (4. táblázat) azt láttuk, hogy a foszfor részben feloldódott a folyadékfázisban. Lásd a 7. ábrát és az 5. táblázatban az S2 mintát, a SEM-vizsgálat azt bizonyította, hogy a foszfortartalom többi része a kalcium-karbonát réteg alatt helyezkedik el.

4.2. XRD-vizsgálat

Az XRD-vizsgálat azt szemléltette, hogy a kalciumban gazdag, az 5. táblázatban említett komponens a kalcium-karbonát. Nyilvánvalóvá vált, hogy a kalcium-magnézium-ferrit vegyületet nem változtatta meg a karbonizálás, bár a C_2S -fázis felbomlása megtörtént a karbonizálás során. A 7. és 8. ábrán látható röntgendiffrakciós diagram a kiindulási salakban lévő C_2S jelenlétét és a karbonátos salak kalcium-karbonátjának képződését mutatja.

5. Összefoglalás

A salak gyors lehűtése megnehezíti, hogy kialakuljon egy erősen összenőtt anyag. Az OCS-módszerrel kapott salak alacsony Rittinger-együtthatója az anyag nagy keménységét mutatja. A primer ásványelőkészítési kísérletek, akár flotációs, akár mágneses szétválasztással, gyenge elkülönítési hatékonyságot eredményeztek a salak finom feltárási fokának, magas pH-értékének és a nem megfelelő reagens alkalmazásának köszönhetően.

Mivel a víz jelenléte szükséges a salak kis méretű szemcséinek flotációs vagy mágneses elválasztással történő feldolgozásához, ezért megvizsgáltuk az anyag hidratációs kísérletek, illetve fázismódosítás során mutatott kinetikai viselkedését. Az eredmények nem mutattak szignifikáns változást rövid távú érintkezés esetén (< 140 óra), kivéve a mész oldódását a folyadékfázisba.

Az ásványtani vizsgálatok kimutatták, hogy a foszfor elsősorban a C_2S -fázisban található. A foszfort tartalmazó fázis (C_2S) a feltárt < 40 μm -es frakcióban volt, amit igazol a bemutatott Henry–Reinhardt-diagram, ahol nem volt kimutatható feltárt C_2S -részecske 40/71 μm -es, illetve a 71/100 μm -es frakciókban. Ezért a

C_2S felbontása szükséges, hogy a foszfor kinyerhető legyen finom frakciókból. A C_2S bontása a salakpépbe vezetett tiszta CO_2 -gázzal történt, mivel az a legkönnyebben elérhető gáz az acélművekben. A szénsav és a dikalcium-szilikát kémiai reakciója következtében a salak-szuszenziót semlegesítettük és új összetételű kalcium-karbonátot állítottunk elő. Az újonnan képződött kalcit kicsapódott a részecskék felületén, és blokkolta a további karbonizációs folyamatot. Ennélfogva az azonos felületi összetételű részecskék a hasonló viselkedést mutatnak a flotációs reaktorban. Ezért a kalcit rétegtől való megszabadulásra egy mechanikus megoldás megtalálása a jövő feladata lesz. Ebben az értelemben az egyidejű karbonizációs és aprítási folyamatokat szükséges megvizsgálni.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a K1-MET szervezet pénzügyi támogatásáért. Külön köszönetet jár az Ásványelőkészítési Intézet vezetőjének, a Montanuniversität Leoben és a Voestalpine Stahl GmbH számára a tudományos támogatások, a hasznos megjegyzések és a laboratóriumi létesítmények használatáért.

Fordította: Harcsik Béla

Irodalom

- [1] Gesamte Rechtsvorschrift für Recycling-Baustoffverordnung, Fassung vom 06.09.2016, Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Pflichten bei Bau- und Abbruchtätigkeiten, die Trennung und die Behandlung von bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfällen, die Herstellung und das Abfallende von Recycling-Baustoffen (Recycling-Baustoffverordnung) StF: BGBl. II Nr. 181/2015, p 21.
- [2] Steiner H. J.: 1998 Zerkleinerungstechnische Eigenschaften von Gesteinen, Sonderdruck aus Felsbau 16, No.5, pp. 320–325.
- [3] Steiner H. J. and Böhm A.: 2000 Prediction of the performance of low-intensity wet magnetic separators in the processing of partly altered magnetite ores. Proceedings of the XXI International Mineral Processing Congress, Volume A, A7 35–41. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- [4] Boehm A. and Niiranen K.: (2016) 2D versus 3D liberation analysis to characterize intergrowth in LD-Slag, Proc. of the XXVIII Int. Mineral Processing Congress, September 11–15, Quebec, in print

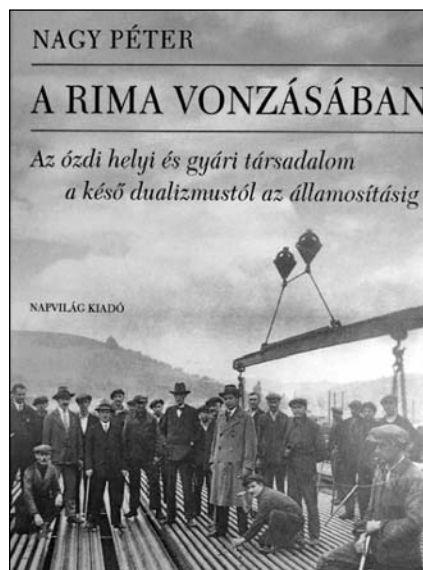
Könyvismertetés

Nagy Péter: A RIMA VONZÁSÁBAN

Az ózdi helyi és gyári társadalom a késő dualizmustól az államosításig

A RIMA kifejezést olvasva az Ózd környékén élő ember először a Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Részvénytársaság gyáraira, üzemének munkájára, technológiai berendezéseire gondol. Kétségtelen, hogy ehhez a munkakörülmények, az ott dolgozók életkörülményei, a helyi társadalom is hozzátartozik. Eddig azonban e területről nem készült részletes, áttekintő anyag, ezért a jelen társadalomtörténeti monográfia újszerű, mindenképpen hiánypótló anyag.

A szerző röviden bemutatja a RIMA és az Ózdi Vasgyár Magyarországon iparában betöltött szerepét, helyét. Rávilágít a Vasgyár társadalomátalakító hatására, bemutatja a



helyi társadalmat és az iparosodás folyamatát.

Leírja, hogy a Vasgyár telepítése előtti kicsi Ózd falu a termeléssel összefüggő betelepítés, bevándorlás hatására hogyan bővült, változott évről évre.

Foglalkozik az etnikai arányokkal, az asszimilációval, a felekezeti megoszlással. A népszámlálás adatait felhasználva mutatja be a gyári társadalom létszámának változásait.

A hiányos statisztikai adatokat az író számtalan személyes interjúval egészíti ki, és teszi színessé. Az egykor Ózdi Kohászatban dolgozó embereknek és hozzátartozóiknak különös élményt nyújt az interjúkból merített is-

meret, amelynek során a pályakezdés nehézségeit mutatják be köztisztviselőben álló, ma is élő szakemberek.

A jövedelem szerinti rétegződés áttekintéséből látható, hogy a legalacsonyabb és a legmagasabb fizetés között minimum hatszoros volt a különbség. Az is megállapítható, hogy az ózdi állandó munkások általában véve sokkal jobb kereseti viszonyokkal rendelkeztek, mint az iparágban belüli országos átlag.

A vasgyár dolgozóinak egy része Ózdról és két környékbeli községből, Sajóvárkonyból és Bolyokról jött. A korábban földműveléssel foglalkozó lakosság a jobb kereset érdekében ment a kohászatba dolgozni. Az ingázó dolgozók nagyobb része az alsó munkásságból került ki.

A kulturális tevékenység alapján is

tagozódott a gyári társadalom. Rendkívül érdekfeszítő a Tiszti Kaszinó és az Olvasó Egylet történetét bemutató fejezet.

A RIMA Ózdi telepén folytatott életmód leírása részletesen bemutatja a szociális intézményrendszert. A vezérigazgatóság az országos viszonyokhoz képest több energiát fordított a tisztviselők és a munkások életkörülményeinek megteremtésére. A RIMA jóléti hálózata korszerű volt. A gyakori balesetek, betegségek miatt a vállalatvezetésnek foglalkozni kellett a munkaképtelen dolgozók, illetve elhunytak családtagjainak ellátásával is.

Ózdon 1904-ben gyári fürdőt építettek. A gyár nagyfokú szociális érzékenysége az oktatási rendszerben is éreztette hatását.

Átfogó képet kapunk a munkahelyi étkezésről, az öltözködési szokásokról, a kolóniákban élő munkásság hétköznapijairól.

A rimai mentalitásnak kardinális szerepe volt a térség lakóinak körében. Meghatározó jellegzetessége volt a munka centrikussága, a gyárban végzett munka központi jelentősége a dolgozók életében.

A munkás érdekvédelem kialakulásának kezdete volt az 1900-as évek elején megszorodó munkabeszüntetések időszaka. A munkásságot a baloldali pártok mellett más ideológiák is igyekeztek megnyerni.

Ózd fejlődése a dualizmus korában indult meg, de várossá nyilvánítása csak 1948. október 13-án történt.

Marczis Gáborné Dr.

■ MVAE-hírek

Megjelent a Magyar Acél

A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés kiadásában szeptember végén jelent meg a Magyar Acél című szakmai magazin első lapszáma. Az ezt követően negyedévente megjelenő kiadvány révén immár a magyar acélipar is rendelkezik egy olyan sajtótermékkel, melyben a legfontosabb acélipari híreket, eseményeket, történeteket bemutathatjuk az iparági szereplőknek, illetve a valamilyen

módon az acélhoz kötődő szakembereknek. A Magyar Acél tudatosan ötvözi a szakmai mondanivalót – a fontos iparági híreket, az évente több alkalommal megrendezett acélipari szimpóziumokon elhangzott előadások összefoglalóját – az acélhoz kapcsolódó olvasmányos cikkekkel. Célunk, hogy ne csak a szakemberek olvasmánya legyen a lap, hanem a szélesebb olvasóközönség számára

is érdekes tartalmat szolgáltatassunk. Első lapszámunkban a gépjárműiparral, mint az európai és a hazai acélfelhasználás egyik jelentős fogyasztójával, az acélipar irányába innovatív igényeket támasztó iparágával foglalkozunk. A kiadvány elektronikus változatát az érdeklődők megtalálják a www.mvae.hu weboldalon.

Szilágyi Irén

Építőipari szimpóziumot szervezett az MVAE

Szeptember 21-én rendezte meg építőipari szimpóziumát Budapesten a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés. A tavaszi, gépjárműiparral foglalkozó rendezvényt követően a cél ismét az volt, hogy elősegítsék a hazai acélgyártók, a legnagyobb acélfelhasználó piaci szereplők, valamint a kormányzati szervek együttműködését. A szakmai rendezvényen elhangzott, hogy az acélipar teljesítményét jelentősen befolyásolja a szimpózium

fókuszában álló építőipar, amely a legszélesebb területeken alkalmazza a különböző acélipari termékeket és ahol a jövőben a felhasználás a legszignifikánsabban nőhet hazai viszonylatban is. A fórumon jelenlévők számára a Nemzetgazdasági Minisztérium képviselője adott tájékoztatást az Irinyi Terv keretében létrejött acélipari stratégia legfontosabb elemeiről. A résztvevők meghallgathatták az ISD Dunafer Zrt. építőipari szem-

pontból is jelentős, folyamatban lévő és tervezett technológiai fejlesztéseiről szóló előadást, de szó esett az Ózdi Acélművek Kft. szakemberének előadásában a betonacél piacról is. A modern acélok építőipari alkalmazási területeit bemutató előadásokat követően a jelenlévők megismerhették az építőipar részéről az acélipari termékekkel szemben támasztott követelményrendszert is.

Szilágyi Irén

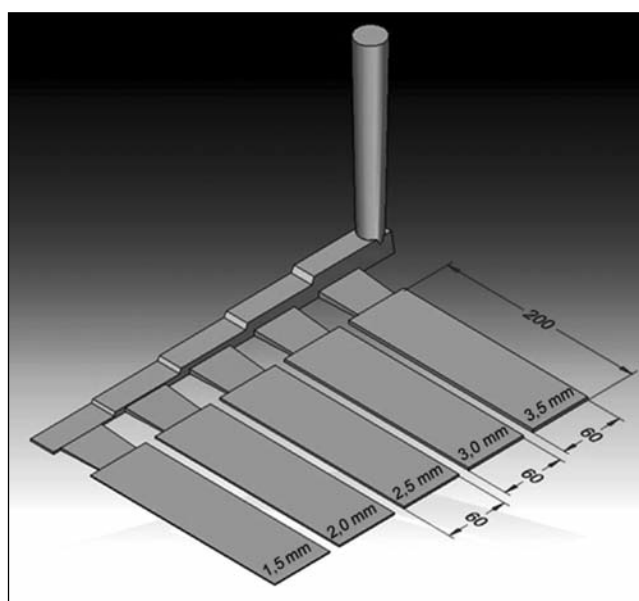
HAJAS GERGELY

Vékony falú nyomásos öntvények homokformázással készült prototípusainak formatöltési viszonyait és a szilárdsági tulajdonságait befolyásoló tényezők vizsgálata

A vékony falvastagságú, nagy kiterjedésű nyomásos öntvények prototípus darabjainak homokformázással történő előállításánál a 230620. lajstromszámú magyar szabadalom szerint kialakított beömlőrendszer és öntési technológia alkalmazásával rövid öntési idő alatt kifolyási hibáktól mentes formatöltés valósítható meg. Megvizsgáltuk a különböző falvastagságú lapöntvények formatöltési viszonyait és a szilárdsági tulajdonságokat gravitációs homokformázás alkalmazásával és igazoltuk, hogy a prototípus öntvények szilárdsági tulajdonságai megfelelnek a nyomásos öntvényekre vonatkozó előírásoknak, a követelmények teljesítéséhez igazodó ötvözet és hőkezelési technológia esetén.

Az öntvények tömegének és ezzel együtt a falvastagságának csökkentésére és a szilárdsági tulajdonságok növelésére irányuló járműipari alkalmazási törekvések alapján bővül a nyomásos öntési technológiával gyártott nagy felületű és vékony falvastagságú alkatrészek iránti igény. Ilyenek pl. a személygépkocsi karosszéria-alkatrészek alumíniumöntvényei, melyekkel szemben támasztott követelmények a hegeszthetőség mellett a képlékenyalakítással előállított részegységekkel megegyező szilárdsági tulajdonságok, különösen a nagy maradé alakváltozó képesség.

A karosszéria-alkatrészek öntvényeire jellemző, hogy bordázattal erősített, egyenletesen vékony, jellemzően 2 mm falvastagságú szerkezetek, melyek szerkezeti optimalizálásához szükséges a prototípusöntvények előállítása és tesztelése [1]. A nyomásos öntvények gyártóeszközeinek nagy költsége miatt a prototípusöntvényeknél előnyös a gravitációs homokformázásos öntés, ha az előírt méretpontosság, felületi minőség és a teszteléshez megfelelő szilárdsági tulajdonságok teljesíthetők. Ezen igények teljesítését teszi lehetővé a 230620. lajstromszámú, szabadalommal védett öntéstechnológiai eljárás [2], melynél a technológiai részfolyama-



1. ábra. A lépcsős próbatest méretei. Az álló alsó átmérője 22 mm

tok hatását modellkísérlet és öntéstechnikai szimuláció eredményei igazolják.

A kísérlet célja, körülményei

A kísérlet célja, hogy szimulációval megvizsgáljuk a vékony falvastagságú nyomásos öntvények prototípus darabjai homokformázással történő gyártási technológiájának alkalmazásával azok formatöltési viszonyait, továbbá a szilárdsági tulajdonságokat befolyásoló tényezők hatását. A kísérletek elősegítették a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézet által kiadott MSc-diplomamunka sikeres megvédését is [3].

A kísérletekhez 60x200 mm-es, lap alakú, lépcsős próbatesteket öntöttünk, melyeknél az alkalmazott falvastagságok 1,5–2,0–2,5–3,0 és 3,5 mm voltak. Mindegyik laprészhez egyedi méreteztük a bekötőcsatornát, melynek vastagsága azonos volt a csatlakozó lappal, a keresztmetszete arányosan változott a lapok térfogatához igazodóan (1. ábra). A kísérletek

A szerző életrajza a BKL Kohászat 2016/1. szám 14. oldalán olvasható.

1. táblázat. Az alkalmazott ötvözetek adagonként vizsgált átlagos kémiai összetétele

Ötvözet	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti	Sr	Egyéb
%								
AlSi10Mg	10,20	0,139	0,0012	0,60	0,307	0,0490	0,0270	0,0768
TRIMAL®-05	10,76	0,050	0,0002	0,40	0,258	0,0590	0,0250	0,0271

során kétféle Al–Si-ötvözetből furángyantas homokformába lapöntvényeket öntöttünk és vizsgáltuk a technológiai befolyásoló tényezők, az öntési hőmérséklet, az állók száma és magassága változtatásának, valamint hűtőbetétek alkalmazásának a hatását.

Az alkalmazott AlSi10Mg és TRIMAL®-05 [4] ötvözetek kémiai összetételét az 1. táblázat tartalmazza. Az olvadékat gáztüzelésű, 100 kg befogadóképességű téglés olvasztókemencében állítottuk elő, FDU 900 gázalanítóberendezést alkalmaztunk és a gázatlanítás közben 0,015% AlTi5B1 előötvözetet adagoltunk a primér kristályosodás szemcsefinomítása, valamint a 250 ppm Sr-tartalomhoz szükséges AlSr10 előötvözetet az eutektikus szilíciumfázis finomítása céljából. A 2. táblázat tartalmazza a kísérleteknél alkalmazott öntési paramétereket.

2. táblázat. A lépcsős lapalakú próbatestek változó paraméterei a kísérlet során

Jelölés	Öntési hőmérséklet, °C	Állók száma, db	Álló magassága, mm
1	760	1	180
2	680	2	180
3	720	2	180
4	760	2	180
5	720	2	180
6	720	2	300
7	720	2	70

Formatöltési viszonyok szimulációja és kísérleti eredményei

A formatöltési viszonyokat a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézetében NovaFlow&Solid szoftverrel vizsgáltuk. Az AlSi10Mg ötvözet és az 1. jelű adag paraméterei szerinti szimuláció formatöltési viszonyait a 2. ábrán mutatjuk be. Azonos paraméterek szerint öntött lapöntvényen a szimulációval

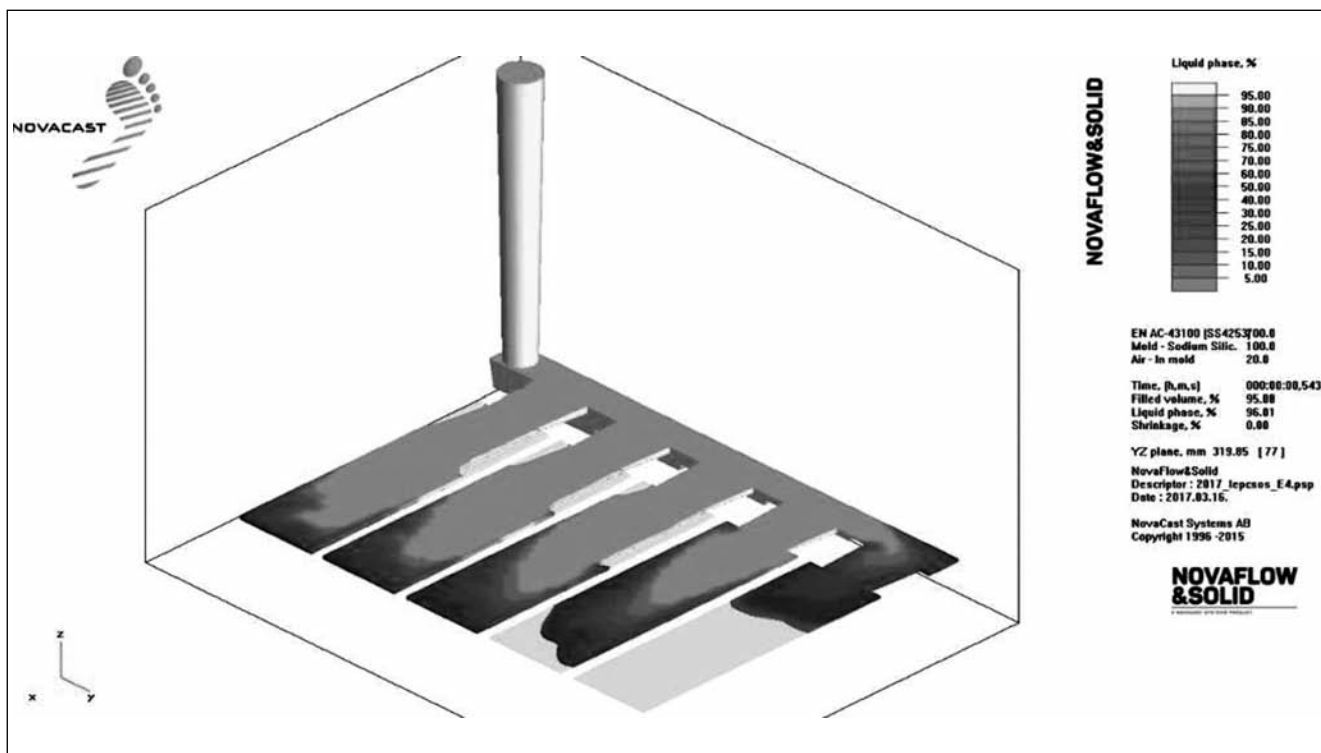
egyező kifolyási hibát kaptunk 1,5 és 2 mm lapvastagságok esetén, ez a 3. ábrán látható.

A vékony lapok kifolyási hibáit az elosztócsatorna mindkét végén elhelyezett kettős álló és legalább 720 °C öntési hőmérséklet alkalmazásával lehetett elkerülni, melynek öntése két kanálból, egyszerre történt. A 4. ábrán a 2 db álló alkalmazásának a hatása látható.

Szilárdsági tulajdonságok vizsgálati eredményei

A különböző vastagságú lapokból szakítópróbatesteket vízszög-vágással munkáltunk ki, melyek szilárdsági tulajdonságait öntött és T7 típusú hőkezelés utáni állapotban vizsgáltuk.

A lapöntvények szilárdsági tulajdonságait a 2 mm falvastagságú részekből kimunkált öntött és hőkezelt próbatesteken mért eredmények alapján a 3. táblázatban mutatjuk be. A T7-es hőkezelés paramétereinek megválasztásánál követtük a nyomásos (H-T7-1), illetve a gravitációs öntéssel gyártott (H-T7-2) öntvényeknél alkalmazott értékeket. A megszilárdulás közben kialakuló térfogatváltozás miatt a lapöntvényekben



2. ábra. A lépcsős lap alakú próbatest formatöltési szimulációja. A folyékony fázis aránya, %, az olvadék hőmérséklete 760 °C, 1 db álló, magassága 180 mm

középvonalmenti porozitás alakul ki a tömörre táplálás feltevéleinek hiánya miatt. A porozitás kiküszöbölésére a felső formarészben hűtőbetéteket helyeztünk el a szakító próbatestek kimunkálásának a felületére, ezáltal a helyi szilárdsági tulajdonságok kedvezőbbé tehetők.



■ 3. ábra. Kifolyási hibák AISi10Mg ötvözetnél. Öntési hőmérséklet 760 °C, 1 db álló, magassága 180 mm



■ 4. ábra. AISi10Mg ötvözetből 720 °C hőmérsékletű olvadékból, 2 db, 180 mm magas álló alkalmazásával öntött próbatestek

Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálatok igazolják, hogy a vékony falvastagságú, nagy kiterjedésű nyomásos öntvények prototípus darabjainak homokformázással történő előállításánál olyan beömlőrendszer és öntési technológia alkalmazása szükséges, melynek segítségével a rövid öntési idő alatt kifolyási hibáktól mentes formatöltés valósítható meg. Az erre irányuló öntési technológia részleteit a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala által jóváhagyott 230620. lajstromszámú magyar szabadalom leírása tartalmazza.

A gravitációs homokformázás alkalmazásával öntött vékonyfalú prototípusöntvények szilárdsági tulajdonságai megfelelnek a nyomásos öntvényekre vonatkozó előírásoknak, a követelmények teljesítéséhez igazodó ötvözet és a hőkezelési technológia esetén.

A szerző köszönetét fejezi ki a járműipari nyomásos öntvény prototípus-alkatrészek homokformázásos gyártási technológiájának fejlesztéséhez nyújtott segítő együttműködésért a HÖKER Kft. és a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézet munkatársainak.

3. táblázat. A lépcsős lap próbatestek változó paraméterei a kísérlet során

Szilárdsági tulajdonságok		R _{p0,2} , MPa	R _m , MPa	A ₅ , %
	Nyomásos öntvényre vonatkozó szilárdsági előírás	130	220	7,0
Ötvözet	Próbatest állapota a vizsgálatnál			
AISI10Mg	Műgyantakötésű homokformába öntött	120	187	2,4
	Műgyantakötésű homokformába öntött, H-T7-1	130	193	2,8
TRIMAL®-05	Műgyantakötésű homokformába öntött	91	174	4,2
	Műgyantakötésű homokformába öntött, hűtőbetétes	83	178	7,2
	Műgyantakötésű homokformába öntött, H-T7-2	175	223	3,6
	Műgyantakötésű homokformába öntött, hűtőbetétes, H-T7-2	163	225	9,3

A próbatestek hőkezelésének paraméterei:

H-T7-1, oldó szakasz: 480 °C/160 min, intenzív levegőhűtés, öregbítés: 230 °C/120 min

H-T7-2, oldó szakasz: 510 °C/300 min, intenzív levegőhűtés, öregbítés: 150 °C/60 min után folytatás 230 °C/70 min

Irodalom

- [1]Rick Tamás: Kihívások és sikerek. Nyomásos öntéssel gyártott alumínium karosszériaelemek a Fémalk Zrt.-nél, BKL Kohászat 2017/5. 12–14. oldal.
- [2]Eljárás tagolt, vékonyfalú, tagolt, részletgazdag alumíniumöntvények homokformázásos technológiával, gravitációs öntéssel történő előállítására. 230620. lajstromszámú magyar szabadalom, Szabadalmi közlöny és védjegysmertető, 121. évf. 14. szám, 2016. július 28. Tulajdonos: Alu-Öntő Kft., Hajas Gergely ügyvezető

[3]Wagner István: Vékony falú nyomásos öntvények prototípusainak formatöltési viszonyait és a szilárdsági tulajdonságait befolyásoló tényezők vizsgálata, MSc diplomamunka 2017. június.

[4]trimal®-05 Druckgusslegierung für crashrelevante Anwendungen
http://www.trimet.eu/de/produkte/trimet_legierungen/trimal-05
http://www.trimet.eu/de/trimal_produktdlaetter_pdf/produktblatt_trim-al-05_d.pdf
The high pressure die casting alloy for crash relevant application
http://www.trimet.eu/en/trimal_produktdlaetter_pdf/product-sheet_trimal-05_gb.pdf

Új magyar öntészeti szabadalom

Amint arról már előzetes híradásban is beszámoltunk a BKL Kohászat 2016/1. sz. 14–16. oldalán, fiatal kollégánk, *Hajas Gergely* olyan nyomásos öntvényeknél megszokott falvastagságú, homokformába öntött alumíniumöntvényeket állított ki a 2015-ös öntőnapokon, amelyek méltán keltették fel a szakmabeliek és a felhasználók érdeklődését. Az eljárásra időközben szabadalmat dolgozott ki, melyet itthon a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala ez év januárjában fogadott el, s nemzetközi visszhangja is jelentős. A hazai 230620. lajstromszámú szabadalom leírásáról az alábbiakban számolunk be.

A szabadalommal védett eljárás a mai ismeretek szerinti gravitációs homokforma öntéshez képest lényegesen nagyobb, a falvastagság 200–400-szorosának megfelelő kiterjedésű öntvények előállítását teszi lehetővé nagyon vékony, 2–4 mm-es falvastagságok esetén, ezáltal különösen alkalmas nagy felületű és vékony falú nyomásos öntvények prototípus darabjainak és kis sorozatainak az előállítására.

A szabadalommal védett eljárással gyártott öntvények esetén rövid a formatöltési és a megszilárdulási idő, ezáltal az öntvényből kimunkált próbatesteken mért mechanikai tulajdonságok a nyomásos öntéssel elérhető öntvénytulajdonságokhoz közelebbiek és hűtőbetétek alkalmazásával a helyi szilárdsági tulajdonságok még növelhetők.

A szabadalommal védett eljárás esetén a gyártóeszköz (minta- és magszekerény- garnitúra), valamint az öntvények előállításának költsége az egyedi, számítógépes prototípus homokformázáshoz (lézerszinterezéses Croning-eljárás, 3D printeléses vegyi kötésű eljárás) képest 5–8 öntvény gyártása esetén már kedvezőbb, nagyobb darabszámú öntvény előállítása pedig lényegesen olcsóbban és gyorsabban valósítható meg.

A szabadalommal védett eljárást jellemzően Al-Si-ötvözetből gyártott, nem ritkán 1–3 mm falvastagságú karosszériaelemek, lámpaházak, az

Öntészeti eljárás tagolt, vékony falú alumíniumöntvények homokformázásos technológiával, gravitációs öntéssel való előállítására

Tulajdonos: Alu-Öntő Kft., Hajas Gergely ügyvezető

A szabadalom magyarországi megadásának dátuma: 2017. január 4.

A szabadalom osztályozása: „A” kategória – világújdonosság

A közzététel sorszáma közlönyben: B22D 21/04

Nemzetközi, a PCT tagállamokban közzétett szabadalom, a közzététel azonosítója: PCT/HU2016/050019

A nemzetközi közzététel dátuma: 2016. november 17.; kutatási jelentéssel bővítve: 2016. december 22.

A nemzetközi közzététel száma a nemzetek közlönyeiben, WIPO: WO 2016/181177 A3

A nemzetközi szabadalom osztályozása: „A” kategória – világújdonosság

Nemzeti szakaszok indítása: Európa és USA 2017. második félévben

A nemzetközi szabadalmi közlemény elérhetősége:

<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2016181177&redirectedID=true>

elektromobilitáshoz kapcsolódó akkumulátorházak és más hasonló öntvények prototípusainak előállítására, továbbá kis sorozatban történő gyártására használgák.

A kidolgozott gravitációs öntési technológia paraméterei lényegesen eltérnek az Al-Si-ötvözetből hagyományos homokformázási eljárással gyártott öntvények öntéstechnológiájától, különösen a szabadalmazott új megoldás szerint kialakított beömlőrendszer alkalmazása által.

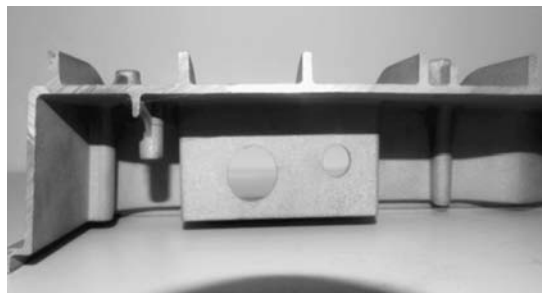
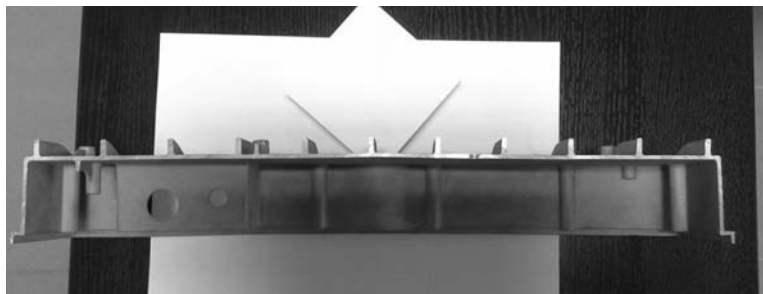
A szabadalommal védett eljárás alkalmazása során az olvadék áramlási sebességének és nyomásának szabályozása a fizika törvényszerűségeinek segítségével történik. Jellemző

- az öntési magasság növelése az álló növelésével a darab geometriájához, méreteihez igazodóan;
- az elosztócsatornák szakaszosítása;
- a rávágások kialakításánál drasztikus méretkülönbség megvalósítása az áramlási keresztmetszet szűkítésével;
- az egyes formarészek hőmérsékletének jelentős eltérése, helyi előmelegítések alkalmazása;
- az olvadék túlhevítési hőmérsékletének a növelése;
- a fentiek alkalmazása akár egy időben és egyszerre.

A hagyományos homokformába vagy kokillába öntött alumíniumöntvények gyártása során a kialakuló belső inhomogenitási hibákat (pl. oxidzárványok bekeveredése) a rávágásokban kis áramlási sebességek elérését, ezáltal lassú formatöltést elősegítő beömlőrendszer alkalmazásával igyekeznek biztosítani, melynél az állótól a rávágások felé bővül a keresztmetszet. Az öntvények megszilárdulását kísérő zsugorodás okozta hibák elkerülésére pedig tápfejeket és irányított dermedési viszonyokat alkalmaznak.

A szabadalommal védett eljárás technológiai paraméterei lényegesen eltérőek a klasszikus gravitációs öntés viszonyaitól, ahogy a nyomásos öntési technológia is másként működik.

A jellemzően kis falvastagságú és ehhez képest nagy felületű öntvények öntése során hiányoznak a teljes térfogatban tömörre történő táplálás lehetőségei, a megszilárdulást kísérő térfogatcsökkenés a lapalakú részekben egyenletesen, középvonalmenti pórusok alakjában jelenik meg, mely a szilárdsági tulajdonságokat lényegesen nem csökkenti. Pl. egy 2 mm falvastagságú, 1040x400x60 mm befoglaló méretű autóipari öntvény szilárdsági tulajdonságai nagy tisztaságú betétanyag használata,



Alumínium gravitációs homoköntvény
Ötvözet: AlSi10Mg
Méretek: 430 × 180 × 70 mm, falvastagság: 2–2,5 mm

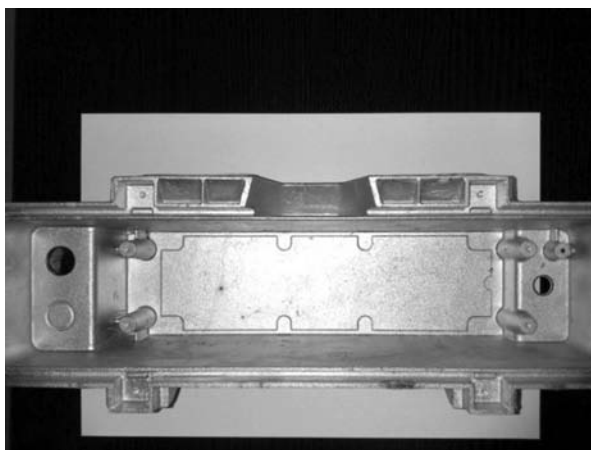


Alumínium gravitációs homoköntvény
Ötvözet: AlSi10Mg
Méretek: 600 × 450 × 130 mm, falvastagság: 3,5 mm

hűtőbetétek és megfelelő hőkezelési technológia alkalmazása után megfelelnek a nyomásos öntési technológiával gyártott karosszériaelemekre előírt értékeknek.

Az eljárás alkalmazásának közvetlen gazdasági előnye elsősorban abban rejlik, hogy a nyomásos öntéssel és igen költséges, hosszú idő alatt elkészülő fémszerszámmal nagy sorozatban készülő öntvényekkel közel azonos műszaki paraméterű és tulajdonságú prototípus vagy kis sorozatú öntvények előállítását teszi lehetővé alacsony ráfordítási költségekkel és töredék idő alatt.

Az eljárás alkalmas olyan, nagyobb sorozatban is csak költségesen előállítható öntvények gyártására is, amelyeket a gyakorlatban is alkalmazni lehet. Ilyenek különösen a külső és beltéri lámpatestek öntvényei, motorrészegységek, -alkatrészek (pl. fedelek), gépalkatrészek, általános gép- és műszeripari berendezések alkatrészei, szerelvények stb. Mind-



Alumínium gravitációs homoköntvény
Ötvözet: AlSi10Mg
Méretek: 320 × 90 × 100 mm, falvastagság: 2,9 mm

ezen termékek a szabadalommal védett eljárással olyan minőségben állíthatók elő, hogy azok a gyakorlatban konkrét üzemi körülmények között is kipróbálhatók, használhatók. Ez a fejlesztési költségeket és a későbbi, nagy sorozatú gyártás előtt kipróbálást, tesztelést is sokkal egyszerűbbé és hatékonyabbá teszi. A szabadalommal védett eljárással a kis, illetve közepes szériák, több száz

darabból álló sorozat öntvényei is gazdaságosan állíthatók elő.

A szabadalom szerinti eljárással előállított öntvények a mai ismeretek szerinti gravitációs homokforma öntésre jellemzőhöz képest kisebb megmunkálási ráhagyással és formázási ferdeséggel gyárthatók, ezáltal méreteik közelítenek vagy megfelelnek a nyomásos öntéssel gyártott öntvényekének, egyszóval a mai ismeretek szerinti gravitációs homokforma öntésre jellemzőnél nagyobb méretpontosságúak.

Dúl Jenő

Ajánlott irodalom

- [1] http://ombkenet.hu/images/Kohaszat_2016_1_szam.pdf
- [2] http://alu-onto.hu/public/upload/files/Produccion_de_prototipos.pdf
- [3] http://alu-onto.hu/public/upload/files/AK_1_16_web_23.pdf
- [4] http://alu-onto.hu/public/upload/files/GP-2017_04_144.pdf

Emlékezés Ganz Ábrahámra halálának 150. évfordulóján

Halálának 150. évfordulóján emlékezünk a reformkorban hazánkban letelepülő svájci öntőmesterre, *Ganz Ábrahámra* (1814–1867). Az elmúlt másfél évszázad alatt a magyar ipar egyik legnagyobb, világhírnévre szert tett vállalati birodalma lett a GANZ, az egykori kis öntödéből kifejlődött cég. Ez a márkanév máig jó áruvédjegy.

Ganz Ábrahám munkássága és élete

Ganz Ábrahám (1. kép) 1814. november 6-án született Svájc zürichi kantonjában, Unter-Embrach községben, a helybéli református iskolamester első fiúgyermekéként. 17 éves korában beállt öntőinasnak a zürichi Escher-Wyss gépgyár vasöntődjébe, majd a kor szokásainak megfelelően külföldi vándorútra indult, franciaországi, itáliai, bécsi öntődékben gyarapította tudását.

Bécsben tudta meg, hogy a Pesti Hengermalom Társaság szakembereket keres. 1841 augusztusában érkezett Pestre, és a József Hengermalomban helyezkedett el, ahol rövidesen az öntöde vezetésével bízták meg.

1843-ban súlyos baleset érte: a folyékony vas az arcába fröccsent, jobb szemét elveszítette. 1844-ben kilépett a Hengermalomból, s önálló vállalkozásba kezdett. 1845-ben megvásárolta – a mai Bem József utcában – a Víziváros egyik házát a hozzá tartozó telekkel, s ebben hét munkással beindította saját vas- és fémöntődjét. A Pesti Hírlap és az Ofner-Pesther Zeitung 1845. április 11-i számában is megjelent (2. kép), hogy „egy vas- és ércz-öntő intézetet” állított fel Budán és „mindennemű gépalkatrészek készítésével, úgy szinte építészeti- és dísz-tárgyakkal foglalatoskodik.”

Ekkor már 22 munkása volt, s már ebben az évben gőzkocsikerekeket is öntött. A következő évben a harmadik országos iparmű-kiállításon „Ganz Ede (sic!) vasöntő gyárnok úrnak” „nagy ezüst érdempénzt” ítéltek oda.

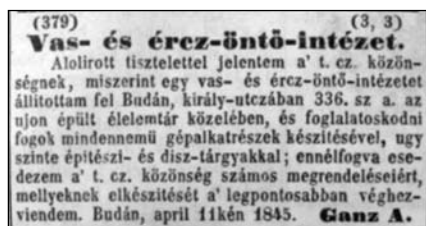


■ 1. kép. Ganz Ábrahám képe a Hajnal Albumból, 1866. Marastoni József könyvismarata

Az 1848–49-es forradalom és szabadságharc alatt Ganz a magyar csapatok megrendelésére ágyúkat öntött, ezért a szabadságharc leverése után a császáriak hatheti várfogságra ítélték, de büntetését később kegyelmi úton elengedték.

1849 őszén megnősült. *Heiss Lőrinc* késeszmester 16 éves lányát, *Jozefát* választotta feleségül, aki 19 évvel volt fiatalabb nála.

Ganz újabb ingatlanok vételével bővítette öntődjét, majd 1852-ben elnyerte az „országos gyár” címet. A termékek között jelentős részt tettek ki a vasúti vagonkerekek, amelyek kéregöntvények voltak. Az ilyen, belül szűrűkén, vagyis grafitosan dermedő öntöttvas termékek adott felületén néhány mm vastagságban a karbont vas-karbid (Fe_3C) alakban tartalmazó, fehéren dermedő, kemény, kopásálló réteg alakul ki, amit úgy érnek el, hogy az öntvény homokformájában



■ 2. kép. Az első sajtóhír Ganz önálló vállalkozásáról

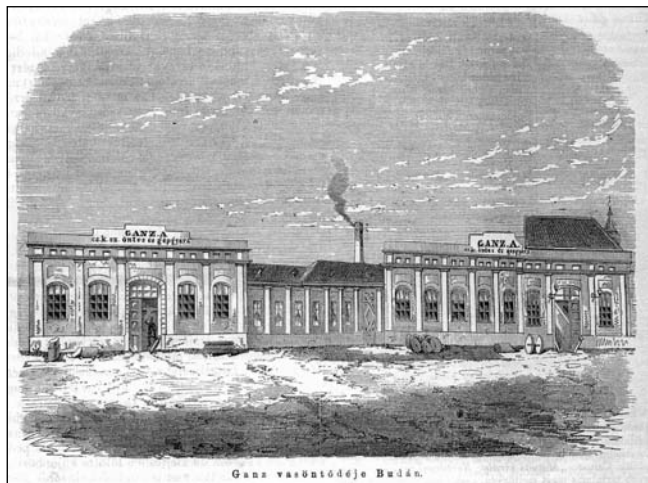
ott, ahol a kérget akarják kialakítani, hűtővasat (kokillát) helyeznek el [1].

Ganz 1854-ben szabadalmi bejelentés tett egy eljárásra, amely szerint a kokillát örlött antimont tartalmazó mázzal kell befekecselni, ez a fém segíti a kéreg kialakulását. Több módosítás után – a Habsburg Birodalom területén egyedülként – megkapta a szabadalmi jogot kéregöntésű vasúti kerekek gyártására. Ezután a kerekek új konstrukciójára még további szabadalmakat dolgozott ki. Később a vasúti kitérőkhöz szükséges csúcsbetétek (az ún. szívdarabok) gyártási jogát is megszerezte a Habsburg Birodalom területére, tökéletesítésükre is kapott két szabadalmat. 1854-től haláláig hét szabadalmát fogadták el, ezek közül négy leírása van meg. Egy kivétellel valamennyi a kéregöntvényekkel kapcsolatos [2].

Kéregöntésű vasúti kerekeinek gyártása jóval termelékenyebb volt, mint a vasútnál addig alkalmazott módszer, annál ui. acélból kovácsolt pántot húztak az előzetesen kovácsolással vagy öntéssel elkészült kerékre. Már az első szabadalom benyújtása előtt is futottak Ganz-kerekek Európa vasúttársaságainak vonalain. Tudomásunk van olyan híradásról, amely szerint az 1867-es párizsi világkiállításán bemutatott vagonkereke már „két évtized óta járja a meleg sínutakat” (tehát legkésőbb 1847-ben öntötték).

A termelés gyors növekedése miatt 1859-ben Ganz három tehetséges német mérnököt vett maga mellé *Krempe Ödön Vilmost*, *Eichleiter Antalt* és *Mechwart András*t. 1858–62 között a gyár bővítésére került sor (3. kép). Ekkor épült az a csarnok, amely ma védett műemlék, és az Öntödei Múzeumnak (mai nevén MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény) ad otthont.

Ganz Ábrahám svájci állampolgárságát fenntartotta, de választott hazájának is hű polgára volt, magyaros ruhában járt. Buda város képviselő-testületi tagjává, majd díszpolgárává választotta. Az ipar fejlesztésében nyújtott teljesítményéért 1863-ban



■ 3. kép. A Ganz-gyár Királyhegy (ma Bem József) utcai frontja 1862-ben



■ 4. kép. A Ganz-palota Széchenyi utcai és rakparti homlokzata

megkapta a Ferenc József-rendet, 1865-ben a császár is meglátogatta gyárát. A korabeli sajtó szerint a gyár termékei „nemcsak a tulajdonosnak, de az egész országnak dicsőségére válnak”.

Ganz szerény lakása sokáig a gyár területén volt. Feleségével szeretetteljes házasságban élt. Saját gyermekük nem született, két nevelt lányuk volt. Szociális érzékenységről is híres volt. Támogatta az üzemében megbetegedett munkatársait, kórházat alapított, nyugdíjat fizetett az elnyomorodottaknak. A Hold utcai pesti német protestáns templom építését, svájci rokonait és szülőhelyét is segítette. Jellemző, hogy 65 keresztgyereke volt munkásainak családjában [3].

1864 és 1866 között Ybl Miklós tervei alapján neoreneszánsz stílusú, négyemeletes palotát építtetett Pesten, a Duna-parton, a Széchenyi utca és Akadémia utca közötti részen. Sajnos, az épület a II. világháború alatt megsemmisült [4, 5] (4. kép).

1867-ben a párizsi világkiállítás újabb elismeréseket, üzleteket, sikereket hozott. A 100 000. kéregkerék leöntése alkalmából, 1867. november 23-án ünnepséget tartottak. Ekkor már hét ország 59 vasúttársaságának szállították a kerekeket és a csúcsbetéteket. A gyár munkatársai Ganzot szép albummal lepték meg, ő pedig mind a 371 munkását ezüst emlékéremmel ajándékozta meg [1, 2].

Ganz ezekben az években már betegeskedett. Idegrendszerét, szervezeteit a sok munka és izgalom fel-

őrölte, állandó fejfájások gyötörték. 1867. december 15-én, 53 évesen, tragikus hirtelenséggel véget vetett életének, levetette magát palotája emeletéről. Két nap múlva temették el nagy részvét mellett a református vallás szertartása szerint.

Ganz Ábrahám 23 év alatt kis öntödéből az ország egyik legjelentősebb gyárát hozta létre. A munkások száma több mint tízszeresére, az öntvénytermelés több mint 15-szörösére nőtt, aktív vagyona halálakor 2,5 millió forintot tett ki. Kéregöntésű vasúti kerekei európai hírnevet szereztek számára, a GANZ név a magyar ipar igazi hírnöke, védjegye lett, és maradt halála után is.

Mauzóleumát szintén Ybl tervezte, de az csak 1911-ben készült el, a Fiumei úti temető sarkán kívülről is látható a kupolája ma már műemlék.

Ganz öröksége

Ganz Ábrahám hagyatékát felesége és Svájcban élő testvérei örökölték. Az örökösök a már 1859 óta Ganzzal együtt munkálkodó mérnökökkel (Mechwart, Eichleiter) és Keller könyvelővel társasági szerződést kötöttek, s megbízták őket az üzem vezetésével. A gyárát 1869-ben eladták egy pesti nagykereskedő pénzcsoportnak 1 825 000 Ft-ért. A vezetők 700 000 Ft ellenében lemondtak tulajdonosi jogokról, a cég Mechwart vezetésével Ganz és Társa Vasöntő és Gépgyár Rt. néven működött tovább.

Mechwart András 40 éves vezérigazgatósága alatt nemcsak felvirá-

goztatta az öntödét és a gépgyárat, hanem saját találmányaival és kiváló fejlesztőmérnökeivel (Zipernowszky Károly, Bánki Donát, Déry Miksa és Kandó Kálmán) világhírű ipari birodalommal fejlesztette. A gyár fejlődése egészen a 20. század második feléig töretlen volt. A Ganz és Társa Rt. a malomipar, a villamossági termékek és a vasúti kocsik gyártása, az erőművi szállítások és a gépipar teljes vertikumát átfogó területeken öregbítette a magyar ipar hírnevét [6].

Kiszely Gyula technikatörténész (1911–1998) elévülhetetlen érdeme, hogy az öntödék és a kohászati szakma összefogásával 1964–69 között létrehozott Öntödei Múzeum Ganz Ábrahám emlékét ápolja, és a lebontásra ítéltetett törzsgyár technikatörténeti értéket képviselő épületei és berendezései – Európában unikális módon, a főváros szívében –, a mai napig is megtekinthetők.

A Ganz és Társa Rt., majd az 1959-től utódként létrejött Ganz-MÁVAG nagyvállalat dokumentumait és emlékeit a Ganz-Holding gyártörténeti gyűjtemény, a Ganz Villamossági Gyár emlékeit a Magyar Elektrotechnikai Múzeum ápolja. Ganz Ábrahám családjával kapcsolatos fontos dokumentumok a Biberauer–Bodoky gyűjteményben (Budapest Főváros Levéltára) lelhetők fel [3]. Sok dokumentum van a volt Országos Műszaki Múzeumban (ma MMKM) és a jelenleg rakárba zárt Malomipari Múzeumban is.

Az Öntödei Múzeum Ganz és Mechwart életét és munkásságát bemutató kiállításainak rendezésekor

ezen gyűjtemények is segítették iparunk e két jeles személyiségének sokoldalú megjelenítését. Nevüket Budapest és vidéken is iskolák, utcák, ligetek viselik, és még ma is jó néhány vállalkozás nevében emlékeztet a jól csengő GANZ márkanévre.

Ganz Ábrahámot és vasöntődjét a 19. századi európai és hazai gazdaság sorsfordító újdonsága, a vasút tette sikeressé. A cég az öntvények gyártása mellett jelentős gépészeti munkákat is kivitelezett. Szabadalma, a kéregöntésű vasúti kerék is nagyban hozzájárult, hogy vasúthálózatunk hihetetlen gyors fejlődést járjon be. Ez a főváros és a vidéki Magyarország arculatának, gazdaságának és társadalmának döntő mértékű változását, megújulását is jelentette. A távolságok lecsökkentek, és az uta-

zás, de a teherszállítás, majd a mezőgazdaság és az ipar is jelentős fejlődésnek indult az Osztrák-Magyar Monarchia keretei között. A fejlődés egyik alappillére a Bem utcai öntődében működött, s mi magyar öntészek, kohászok méltán lehetünk büszkéek a svájci származású, magyarrá vált vállalkozóra és az emléket őrző szakmai gyűjteményre.

Lengyelne Kiss Katalin
nyugalmazott múzeumigazgató

Irodalom

- [1] Kovács László: Ganz Ábrahám. Öntődei múzeumi füzetek 16. 1–46. o. Országos Műszaki Múzeum Öntődei Múzeuma, Budapest, 2006.
[2] Kovács László: Ganz Ábrahám

szabadalmi. Öntődei múzeumi füzetek 18. 1–28. o. Országos Műszaki Múzeum Öntődei Múzeuma, Budapest, 2007.

- [3] Csanády dr. Bodoky Ágnes: Ganz Ábrahám életének írásos és tárgyi emlékei. BKL Kohászat, 2015/1. 20–24.o.
[4] Hídvégi Violetta: 2x200 = Ganz Ábrahám + Ybl Miklós. Budapest, 2014. április, 6–10. és 34. old.
[5] Millisits Máté: Az elpusztult palota. Rubicon, 2010. 8. sz. 43. old.
[6] Lengyelne Kiss Katalin: A bajor mérnök, akiből magyar nagyiparos lett. A lehetőségek országa. Polgárosodás a 19. századi Magyarországon c. kiállítási katalógus (49–54.o.), 2010. Kiadó: Győr-Moson-Sopron Megyei Múzeumok Igazgatósága

MÖSZ-hír

Tudósítás a 24. Magyar Öntőnapokról. A fejlődés töretlen! Ismét nagy siker, izgalmas jövő...

A Magyar Öntészeti Szövetség (MÖSZ) és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) Öntészeti Szakosztálya szervezésében és lebonyolításában, 2017. október 13–15-én ismét Herceghalmon, a Hotel Abacusban, magyar és angol nyelven zajlott le a 24. Magyar Öntőnapok rendezvény kiállításával és szakmai konferenciával.

A rendezvény jellemző adatai:

Szakmai előadás:	36
Diák által tartott előadás:	5
Cégismertető előadás:	7
Kiállító:	11
Támogató:	21
A középiskolás résztvevő:	105
A gyárlátogatáson résztvevő:	86

A rendezvénynek 218 regisztrált résztvevője volt, ebből kilenc ország képviselőjében 18 külföldi kolléga. 101 cég munkatársa jelent meg a konferencián.

A rendezvény fő támogatói az Öntőgépszerviz Kft. és az IDRA SA (I) cégek, a kiemelt szponzorok pedig (abc-sorrendben) a Busch-Hungária Kft., a

Fémalk Zrt., az Inductotherm Europe Ltd. (UK) és a Nemak Győr Kft. voltak. A konferencia további szponzorai: Alba Metall 1991 Kft., Alu-Öntő Kft., Antamik Kft., ASK Chemicals (A), Caster Kft., Csabametal Zrt., Csefém Kft., Csepel Metall Vasöntő Kft., Euro-Metall Kft., Hüttenes-Albertus Chemische Werke (D), K+K-Vas Kft., Messer Hungarogáz Kft., Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Öntészeti Intézete, PO-Fém Bt., Szegedi Öntő Kft., Wescast Hungary Zrt.

A szervezők és a rendezvény fő támogatója megnyitó előtti szakmai délelőtti szervezett az öntészeti szakirányú képzés jövőjének biztosításáért, az öntészet társadalmi elfogadottságának javításáért. A megjelent 105 középiskolai diák három szakiskolából és egy szakgimnáziumból érkezett, az ország különböző részeiből. A fiatalok két, összefoglaló jellegű előadást hallgathattak meg, dr. Hatala Pál (MÖSZ): Az öntészet egy csodálatos világ témájú és Pintér János Norbert (Nemak Győr Kft.) 4D-szimuláció alkalmazása az autóipari öntészet szolgáltatában című előadá-

sát. Ezt követően nagy érdeklődéssel vettek részt dr. Mende Tamás (ME) interaktív Anyagtudományi Scool-túra bemutatóján. Ezután az ME Öntészeti Intézet oktatói és hallgatói formázási és öntési bemutatót tartottak a diákoknak a hotel bejárata előtt felállított sátor alatt és körül, természetesen a diákok közreműködésével.

A konferencia szakkiállítás megnyitásával kezdődött, melyet a plenáris ülés előtt nyitott meg Katkó Károly, az OMBKE Öntészeti Szakosztály elnöke. A kiállítói standokon az Antamik Kft. – ASK Chemicals (A), a BL Metal Ltd (SLO), a Dualvest Kft. – EBA Kft., a Foundex Kft., az Inductotherm Group/Europe Ltd. (UK), a Nanotest H. Kft. és az Öntőgépszerviz Kft. – IDRA SA (I) és a TP Technoplus Kft. szakemberei fogadták az érdeklődőket.

A plenáris ülés levezetője dr. Hatala Pál, a Magyar Öntészeti Szövetség ügyvezetője volt. A konferenciát Kovács Sándor, a Magyar Öntészeti Szövetség elnöke nyitotta meg és dr. Nagy Lajos, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöke köszöntötte.

A meghirdetett programnak megfelelően az alábbi négy plenáris előadás hangzott el:

Paolo, Milanese (IDRA SA-I): Öntöde 4.0 – fejlett gyártástechnológia világszínvonalon;

Braun Zsolt (Nemak Győr Kft.): Mi lesz veled? A belsőégésű motor és az öntészet a jövőben;

Szalva Péter (Fémalk Zrt.): A nyomásos alumíniumöntészet autóiipari újdonságai és azok hatása a korszerű szerkezetépítési technológiákra;

Dr. Varga László (ME): Az öntész duális képzés helyzete a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán.

A középiskolásoknak tartott szakmai délelőtttel egy időben a konferencia résztvevőinek lehetősége volt az Öntőgépszerviz Kft. csepeli, a Fémalk Zrt. dunavarsányi és a Wescast Zrt. oroszlányi gyárában látogatást tenni, amit 86 kolléga vett igénybe.

A rendezvény második napján már két szekcióban folytak az információs és a szakmai előadások. A „Diák szekcióban” a szervezők a ME BSc és MSc-szintű egyetemi hallgatóinak biztosítottak előadási lehetőséget, míg a doktoranduszok idén a „senior” előadók között kaptak helyet kutatási témáik eredményeinek bemutatására. A fiataloknak „Selmecbánya a legek városa” címmel *Káplánné Juhász Márta* érdekfeszítő kultúrtörténeti előadást tartott.

A résztvevők a rendező két szervezet meghívására a kulturális program előtt pezsgős koccintással köszöntötték a 125 éves OMBKE-t és a 25 éves MÖSZ-t, ezt követően *St. Martin* és a *Molnár Dixieland Band* tartott nagy sikerű, közös koncertet. A rendezvény második napján jó hangulatú, a selmeci diákhagyományokat felidéző, tradicionális öntész szakestélyt tartottak a konferencia résztvevői – kiemelkedően jól szervezett, fegyelmezett módon.

Kovács Sándor MÖSZ-elnök a rendezvény záróülésén kiemelte, hogy a 24. Magyar Öntőnapok a várakozásoknak megfelelően sikeres volt, az előadók témaválasztása és témafeldolgozásának szakszerűsége magas színvonalú, a megjelent szakemberek és érdeklődők aktivitása és szakmaszeretete kiemelkedő volt. Külön hangsúlyozta, hogy ez alkalommal is az előadások nagyobb hányadát a

termelő társaságoknál dolgozó fiatal szakemberek tartották, nagy hozzájárulással, szakmabiztonsággal, a jelenlévők általános meglepedésére. Az elnök a fiatalok méltatása mellett köszönetet mondott *dr. Pilissy Lajos*nak is, aki a rendezvény legidősebb tagjaként (93) vett részt a konferencián és még egy fórumbeszélgetést is vezetett „Szakmáink mérnökeinek tudományos továbbképzése az 1960-as évekig” tárgy körében. Kiemelte Kovács elnök azt is, hogy a rendezők kerekasztal-beszélgetésen biztosítottak lehetőséget az Öntödei Múzeum (MMKM Ganz Ábrahám Öntödei gyűjtemény) helyzetének értékeléséhez, jövőjének alakításához.

Hagyománnyá vált, hogy a szekcióelnökök döntése alapján az előadásokat díjazzák. Idén a főszponzor, az Öntőgépszerviz Kft. a „24. Magyar Öntőnapok kiváló szakmai előadása” minősítést *Hajas Gergely* (Alu-Öntő Kft.) kapta „A vékony falú alumíniumöntvények mechanikai tulajdonságai” előadásáért. A díjat *Selmeczi Imre*, ügyvezető igazgató adta át.

A „Diák szekcióban” a *dr. Bakó Károly* emlékének megőrzésére ösztönözte, *dr. Csáky Lilla* által 2017-ben alapított Ezüst Lanzetta-díjat az alapítótól *Gyarmati Gábor* végzős BSc-hallgató vehette át. (Részlet az alapító okiratból: ... A díjat a kétévente megrendezett Magyar Öntőnapok keretében, a diák szekció elnöke javaslatára alapján, a diák szekció legjobb előadása kapja. A díj egy márvány posztamensen álló krómozott lanzetta... A díjazottnak előadást kell tartania díjnyertes munkájából az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság következő évi Földtani és Kohászati Konferenciáján. Az alapító vállalja, hogy a díjhoz tartozó juttatásként a nyertes diáknak ezen a konferencián a részvételi díjat és a szállásköltséget fedezi...)



Hajas Gergely



Gyarmati Gábor

Az OMBKE Öntészet Szakosztálya elismerését, „Az Öntészeti Szakosztályért emlékérmét” 2017-ben *Kővágó Zoltán* kapta. A díjat *Katkó Károly* szakosztályelnök adta át.



Kővágó Zoltán



Dr. Jónás Pál

A Magyar Öntészeti Szövetség által alapított „Nándori Gyula-emlékérmét” 2017-ben *dr. Jónás Pál*, nyugalmazott egyetemi oktató kapta. Mivel az emlékérmét a díjazott személyesen nem tudta most átvenni, a későbbiekben, egy szintén ünnepélyes alkalommal adják majd át.

Kovács Sándor, a MÖSZ elnöke záróbeszédében kitért arra, hogy a hazai öntészet teljesítménye – a korábbi néhány év növekedési mértékénél némileg kisebb mértékben, de változatlanul – növekedett, és meghaladta a 206 000 tonna/év értéket. Az eredményhez a két nagy ágazat cégei – a vas- és acélalapú öntvényeket és a fémöntvényeket gyártó öntödék – nagyjából azonos arányban járultak hozzá. Izgalmas jövő elé néz a járműipar, ennek megfelelően a szektorba szállító öntödék sorsa is érdemben változhat. Ez a következő 15-20 év során lesz minden bizonnyal érdemben érzékelhető.

Megköszönte az előadóknak, a kiállítóknak, a támogatóknak és a résztvevőknek, a 105 szakiskolásnak, hogy hozzájárultak a 24. Magyar Öntőnapok sikeréhez. Köszönetet mondott nagy odafigyeléssel végzett tevékenységükért a két főszervezőnek és munkatársaiknak, valamint az ME öntészeti oktatóinak is.

Kovács Sándor elnök azzal zárta a rendezvényt, hogy „Viszontlátásra 2019 októberében a 25. Magyar Öntőnapokon, amit az öntőnapok rendezvénysorozat 50 éves évfordulóján tartunk!”

HP

Beszámoló a XXIV. Pivarcsi László szigetközi szakmai napokról

Az OMBKE Öntészeti Szakosztályának Ferencz István Észak-Dunántúli Regionális Szervezete az idei esztendő július utolsó hétvégéjén 24. alkalommal tartotta megszokott szakmai összejövetelét és baráti találkozóját, immár ötödször a dunakiliti Diamant Hotelben. A rendezvényt a tavaly elhunyt elnökökről, *Pivarcsi Lászlóról* nevezték el emlékezve arra, hogy az utóbbi években ő volt ennek a találkónak a fő szervezője és támogatója.

Közel 100 fő (köztük az egyesület más szakosztályának tagjai is) tisztelte meg részvételével az eseményt, melynek előkészítését a szervezők továbbra is nagy lelkesedéssel végezték.

A program péntek délelőtt a sárgarézt termékeiről, főleg a csaptelepekről nevezetes Teka Magyarország Zrt. mosonmagyaróvári (az egykori MOFÉM) üzemének megtekintésével kezdődött. *Dobóczy István* műszaki főmérnök és *Luka János* vezérigazgató kíséretében az öntöde és a kovácsüzem, a kikészítősorok megtekintése után a vezérigazgató vázolta a cég jelenét és jövőbeli terveit. Lehetőség nyílt arra is, hogy a cég bemutatótermében az aktuális fürdőszobai és konyhai berendezéseket autentikus környezetben tekinthessék meg kollégáink. Ezután Mosonmagyaróváron a polgármesteri hivatalban – a korábbi évek szokásának megfelelően – üdvözltek a konferencia résztvevőit.

Délután kezdődtek a szakmához kapcsolódó alábbi előadások:

– *Dr. Varga László* főiskolai docens, intézetigazgató (ME Öntészeti Intézet): Az öntészeti felsőoktatás



■ 1. kép. Szakestély a Sári Csárdában

helyzete – avagy mi történt az elmúlt egy évben

– *Dr. Palotás Árpád Bence* professzor, dékán (ME Anyagtudományi Kar): Rendhagyó tüzeléstechnika

– *Dobóczy István* műszaki főmérnök (Teka Magyarország Zrt.): Alapanyag irányzatok a csaptelepek gyártásában az EU Ivóvíz Irányelv (REV:1998) 2013- tól érvényes előírása alapján

– *Szobóczy Ákos* BSc anyagtudományi hallgató: A miskolci hallgatók elfoglaltságai napjainkban

– *Vida Zoltán* okl. kohómérnök: Állok és mesélek – kohászati emlékeim a tanulmányoktól a nyugdíjas évekig

Az esti vacsorát követően a hagyományoknak megfelelően, szakestélyre került sor a már megszokott Sári Csárda pincéjében (1. kép), ahol

selmeci nótázásunk folytatásaként zárás után jó hangulatú éneklés következett.

Szombaton délelőtt szabadprogram keretében lehetőség volt dunai csónakázáson részt venni. A helyi szervezet néhány tagja szokásához híven, tiszteletét tette *Ferencz István* okl. kohómérnök (1923–2003) sírjánál, adózva emléke előtt.

A rendezvény ebéddel zárult. Akik pedig a maradás mellett döntöttek, kihasználva a hotel és a remek időjárás adottságait, további jó hangulatban töltötték el a hétvége hátralévő részét.

A rendezvény sikeréhez az alábbi cégek támogatása járult hozzá: Fémalk Zrt., Hajas Kft., Kühne Vasöntöde Kft., L-Duplex PIVÓ Kft., Nemak Győr Kft., Teka Magyarország Zrt.

Farkas György titkár

Testvérlapjaink tartalmából

China Foundry, 2017/3

Ming-guo Xie és Chang-an Zhu: Habmintás módszerrel öntött hipo-eutektikus szürkevas nem-egyensúlyi szilárdulása dinamikus dermedési görbéinek felépítése és elemzése

Construction and analysis of dynamic solidification curves for non-equilibrium solidification process in lost-foam casting hypo-eutectic gray cast iron

Az elvesző habmintás öntési eljárás

rások legtöbbször kinetikai tényezők uralta, nem-egyensúlyi szilárdulással járnak, míg egy szokásos dinamikus dermedési görbe felépítése tiszta termodinamikán alapul, amely nem alkalmazható nem-egyensúlyi makrodermedési folyamatok elemzésére és

kutatására, és a felépítés módja nem alkalmazható nem-egyensúlyi szilárdulási folyamatra. Ebben a tanulmányban a nem-egyensúlyi makrodermedési folyamat dinamikus dermedési görbéjének (DSC) a felépítése tartalmazta a következőket: módosított módszer meghatározni a primer ausztenitkiválás kezdetének a hőmérsékletét (TAL) és az eutektikus dermedés kezdő hőmérsékletét (TES); kettős görbés módszer meghatározni a primer ausztenit dendrit koherenciapontjának a hőmérsékletét (TAC) és az eutektikus cellák ütközési pontjának a hőmérsékletét (TEC); „technikai szolidusz” módszer meghatározni az eutektikus reakció véghőmérsékletét (TEN). E célra elvégezték a nem-egyensúlyi dermedési hőmérsékletmezők összehasonlító vizsgálatát hipoeutektikus szürkevas elvesző habmintás, illetve nyersformázásos öntésnek esetére. A termikus elemzés eredményeit használták fel mindkét módszer DSC-jének felépítéséhez nem-egyensúlyi szilárdulási körülmények között. Az eredmények azt mutatják, hogy hipoeutektikus szürkevasban a nem-egyensúlyi dermedés átalakulási sebessége nagyobb, mint az egyensúlyi dermedése. Az eutektikus dermedési régió tipikus kásás dermedési módot mutat. Az eredmények azt is mutatják, hogy a habmintás öntés primer ausztenit kiválási zónája kissé nagyobb, mint a nyersformázásos öntésé. Ugyanakkor, a dendrit koherenciapontok szilárd frakciója (fs) a habmintás öntésben nagyobb, mint a nyersformázásosban. Tehát, e két pontban, a hipoeutektikus szürkevas zsugorodása és a homok beégése csökkentésére előnyösebb a habmintás öntés. Annak a ténynek következtében, hogy a dermedési folyamat (a felszíntől a centrumhoz) a primer ausztenit növekedés területén a habmintás hengeres próbában elmarad a nyersformázotttól, a habmintás öntvény kásás dermedési tendenciája nagyobb és a dermedési idő hosszabb.

http://www.foundryworld.com/english/foundry/list_show.asp?ID=9000&MID=452

China Foundry, 2017/3
Ho-Young Hwang, Cheol-Hee Nam,

Young-Sim Choi, Jun-Ho Hong, Xun Sun: Keramikus habszűrő folyásra gyakorolt hatásainak vizsgálata vízzel modellező kísérlettel

A study on effects of ceramic foam filter on flow aspect through water modeling experiment

A homokformázó öntésben nagyon gyakran fordulnak elő bezárt légbuborékokkal és fénoxidokkal kapcsolatos öntvényhibák. Sok kutató kimutatta, hogy ezek a hibák csökkenthetők a beömlőrendszer megfelelő konstrukciójával. Az üzemi mérnökök azonban nehezen tudják meghatározni a termékeikhez jobban megfelelő, specifikus beömlőrendszert. Ebben a vizsgálatban két beömlőrendszert, keramikus habszűrővel és nélkül, próbáltak összehasonlítani. A keramikus habszűrőt a vízszintes elosztóba helyezték, közvetlenül az álló után, hogy megakadályozzák a légbuborékok képződését és csökkentésük a turbulenciát, a beömlőrendszer konstrukciójának megváltoztatása nélkül. Vízzel modellező kísérletet végeztek, négy különböző kiinduló víztérfogattal a tartályban, hogy megállapítsák a kezdeti öntési sebesség hatását. A szűrőt alkalmazó kísérlet eredményei a folyási jellemzők figyelemre méltó változását mutatták. Úgy találták, hogy a szűrő használata a kívánt irányban módosítja a folyási mintát. A keramikus habszűrő jól csökkentette a folyási sebességet és stabilizálta a víz áramlását. A szűrő nélküli folyás még egy csak 10 ppi-s (pórus per inch) szabálytalan szűrő használatával is jelentősen javítható. Noha a vizsgálat igazolta, hogy a szűrő meg tudja változtatni a folyási jellemzőket, megjegyzendő, hogy a keramikus szűrő használata önmagában nem tudja megoldani egy rosszul tervezett beömlőrendszer által okozott összes problémát.

http://www.foundryworld.com/english/foundry/list_show.asp?ID=8993&MID=452

China Foundry, 2017/3
Jin-wu Kang és Qiang-xian Ma: 3D nyomtató technológiák szerepe és hatása az öntészetben

The role and impact of 3D printing technologies in casting

A háromdimenziós (3D) nyomtatás az utóbbi években olyan aktuális kutatási téma lett, hogy szinte mindenki beszél róla, és közel minden szektorra kiterjed. Minden gyártási területen alkalmazzák, gyártási módszerek potenciális helyettesítője. A 3D nyomtatás a rapid prototyping (gyors prototípus-készítés) technológiából ered, amely az 1980-as években indult. A prototípus-technológia jelentése, definíciója egyszerűen egy olyan eljárás, amely új termékek gyártását szolgálja demonstrálásra, valamint az alakjuk és méreteik tesztelésére. Ezzel a módszerrel nincs szükség minták és szerszámok készítésére hagyományos módon, ami sok költség és idő megtakarítást teszi lehetővé. A 3D nyomtatás csak prototípusokat készít.

A cikk alapos áttekintést nyújt a 3D nyomtatás múltjáról, jelenéről és jövőjéről az öntészeti szektorban. A 3D nyomtatás kiegészítheti vagy részben helyettesítheti az öntési módszert. Jelenleg egyes öntvények közvetlenül nyomtathatók fémporokból, például titán- és nikkelötvözetekből, valamint acélokból. E mellett, a 3D nyomtatás egyedülálló pozícióra talált az öntés más aspektusaiban is, amilyen a viaszminták, a kerámia héjak, homokmagok, homokformák stb. nyomtatása. Nagyon fontos, hogy a 3D nyomtatás nem csak egy gyártási módszer; forradalmasítani fogja a termékek, szerelvények és alkatrészek konstrukcióját is, így az öntvényeket, a mintákat, a magokat, a formákat és a héjakat az öntvénygyártásban. Az öntvények és a formák szilárd szerkezetét a jövőben át fogják tervezni rácsos vagy térben nyitott és vázszerkezetekké. Az ilyen fajta forradalom még csak csírázik, de elképzelhetetlenül nagy hatást fog gyakorolni a gyártásra, benne az öntvénygyártásra is. Senki sem kétli a 3D nyomtató technológiák lehetőségeit a gyártásban, noha korlátaik és hiányosságaik is vannak.

http://www.foundryworld.com/english/foundry/list_show.asp?ID=9002&MID=452

(Fordította és összeállította: Szende György)

HORVÁTH CSABA

A Csepeli Fémmű újjászületése 1960–1990

Ma már egyre kevesebben emlékeznek arra, hogy Magyarországnak volt egy színesfémkohászati, színesfém féltermékgyártó vállalata, amely 60 évvel ezelőtt azt a feladatot kapta az iparirányítástól, hogy a gyors fejlődésnek indult magyar híradástechnikai- és műszeripart lássa el alapanyagokkal. Ezek ugyanis az egyre szigorúbb embargó és a devizahiány miatt nem, vagy nehezen voltak beszerezhetők a „nyugati” államokból. A feladatok közé tartozott ezen kívül az ún. „dieselesítési program” keretében alumínium-öntvények gyártása, valamint az ívhegesztő elektródagyártás korszerűsítése is.

Ez a vállalat volt a Csepel Vas- és Fémművek keretében működő Fémmű, akkori hivatalos nevén Csepeli Fémmű. A Fémmű a csepeli gyártelep északnyugati részén helyezkedett el. Területe 226,25 ezer m² volt. (A Csepel Vas- és Fémművek csepeli gyártelepének területe mintegy 2,5 km².)

Az 1948. évi államosításig a Weiss Manfréd Művek részeként működő Fémmű akkor már 60 éves múlttal rendelkezett.

Ezt követően is a szervezeti módosulásokat tükrözően többször változott a neve. A fenti nevet viselte 1976-ig, bár változott a terjedelme: 1962-ben tárgult profilja a hegesztőelektródagyártással, 1968-ban bővült a szervezete a Móri Gyáregységgel, 1971-ben profilja kiegészült a megszűnő Rézhengerművek gyártmányaival.

1976-ban – a tröszt hatáskörének erősödésével – a Csepel Művek Fémműve nevet kapta. Egyidejűleg

hozzácsatolták a Székesfehérvári Nehézfémöntödét és a nagytétnyi Metallochemiát.

1983-ban a Metallochemia a Metalloglobushoz került, 1984-ben pedig önállósult a Székesfehérvári Nehézfémöntöde. Ebben az évben megszűnt a Csepel Művek Tröszt, és a Fémmű önálló vállalatként folytatta tevékenységét. Ekkor a neve Csepel Művek Fémműre változott.

1993. július 1-én részvénytársasággá alakult, és neve Csepeli Fémmű Zrt. lett. Ezt a nevet viselte a megszűnéséig.

A névváltozások csak jelképes jelentőségűek és nem tükrözik azt a rendkívülien nagy fejlődést, ami a gyár technikai és termelési színvonalában végbement, és amit ebben az írásban vázolni szeretnénk.

A termelési színvonal fejlődése

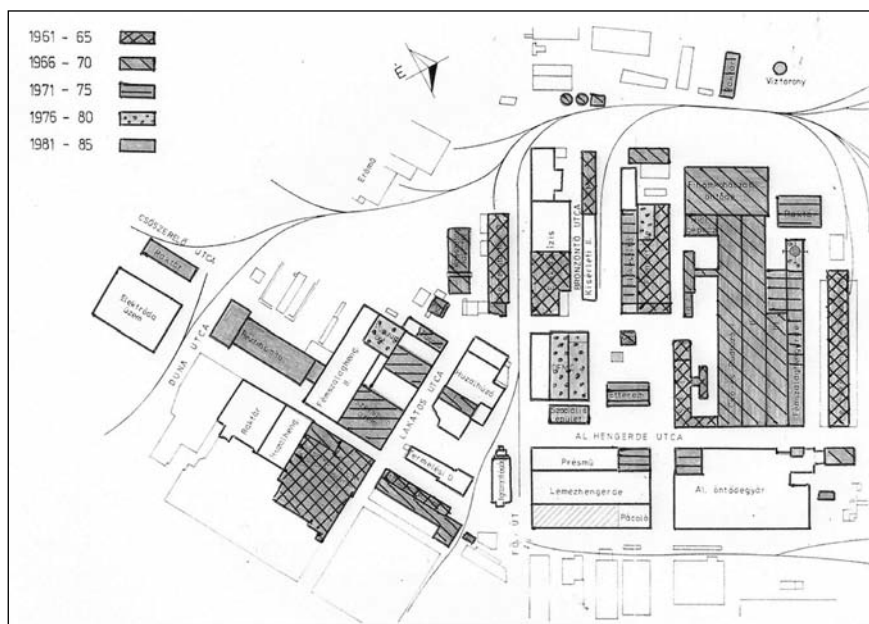
1957-ig a háborús károk helyreállításán túl főképpen olyan fejlesztések létesültek, amelyek az ország életviszonyainak javítását voltak hivatva segíteni. Ilyen volt pl. a Formaöntöde északi részén létrehozott síküveggyár. Bár az üveggyártás nem tartozott a Fémmű profiljába, a háborús károk következtében fellépett üveghiány szükségessé tette a rendkívüli intézkedéseket. A gyár szakemberei (*Baritz Árpád* és *Rösner Béla*) sikerrel oldották meg a feladatot. Mivel az országban rézhiány is volt, igen gyorsan újraindították a bombatámadások során megsérült alumíniumkohót, és megkezdtek az alumínium félgyártmányok gyártását a réztermékek helyettesítésére. Megépült az alumínium Huzalhúzó és a Kábelsodró üzem, amelyek segítették a vidék villamoshálózatának gyorsabb kiépítését. Bővült az alumínium csőgyártás is elsősorban

az építőipar igényeinek megfelelően. A dieselesítési program keretében megkezdődött a centrifugálöntésű ólombronz csapágyak gyártása, és növekedett a Csepel Autógyárnak szállított motoröntvény-gyártás. Ezt követően előtérbe került az elektrotechnikai, a híradástechnikai és műszeripar alapanyag-ellátásának biztosítása. A vállalat fejlesztésének az 1960-as években kezdődött új szakasza azt a célt tűzte ki, hogy a létesülő üzemek, berendezések, technológiák és a gyártott termékek, valamint a gyártás gazdaságossága feleljenek meg az akkori legmagasabb fejlettségi szintnek, de tegyék lehetővé a hazai kis felhasználók ellátását is kis tételsúlyú termékekkel. Ez teljesen új követelményeket állított a vállalat szakemberei elé, mert nemcsak a gyártási módszereket, technológiákat kellett a hagyományos termékeknel korszerűsíteni, hanem az elektronikai és híradástechnikai ipar alapanyag-ellátásához szükséges új ötvözeteket és gyártástechnológiájukat is ki kellett kísérletezni. Ez óriási változást hozott a Fémmű életében.

E fejlesztési irányelveknek megfelelően kezdődött meg a Fémmű átalakítása. A 60-as évektől a 80-as évek végéig terjedő gyártmány- és gyárfejlesztési koncepció kidolgozása *Balázs Fülöp* kohómérnöknek, a Fémmű akkori főtechnológusának nevéhez fűződik, aki mellett a végrehajtásban fontos szerepet játszó *Szokop Imre* gépészmérnök nevét kell megemlíteni. (Rajtuk kívül még igen sok, a fejlesztési munkában fontos szerepet játszó szakemberről kellene megemlíteni, de ezt az írás terjedelme nem teszi lehetővé.)

A koncepciónak megfelelően kezdődött meg az elektrotechnikai acélszalaggyártás, majd a színesfém

Horváth Csaba okl. kohómérnök, nyugalmazott műszaki vezérigazgató-helyettes 1957-től dolgozott a Csepeli Fémműben különböző beosztásokban; a gyár fejlesztéseinek meghatározó személyisége volt.



féltermékeket gyártó új üzemek létesítése és a gyártmányok fejlesztéséhez szükséges kísérlet-kutatási és anyagvizsgálati háttér megteremtése. Ez a folyamat természetesen azzal járt, hogy – mivel időközben a Székesfehérvári Könnyűfémgyárban megindult az alumínium termékek gyártásának fejlesztése – leállt az alumíniumkohó és a Fémű fokozatosan megszüntette az alumínium féltermékek gyártását is.

A fejlesztés természetesen új üzemcsarnokok építését igényelte. A Csepel Művek északnyugati részén jelentős beépítetlen terület állt rendelkezésre ehhez, de szükségessé vált egy további telephely is, ahová a kistételes gyártáshoz szükséges, és részben a Rézhengerműtől átvett berendezések kerültek. Ez a Móri Gyáregység volt (137,1 ezer m² területtel), ahová a színesfém féltermékgyártás egyes berendezésein kívül a hegesztő elektródagyártás gépeit is telepítették. Ott épült fel az új ívhegesztő-elektrodagyár is.

Az 1. ábra mutatja a Féműn belül a fejlesztés területeit és a fejlesztési időszakot.

A jobb áttekinthetőség érdekében a továbbiakban gyártmánycsoportok és időrendiség szerint tekintjük át a fejlesztést ill. a beruházások lefolyását. Előjáróban azt kell megemlíteni, hogy – bár mindegyik gyár-

Elektrotechnikai acélszalaggyártás fejlesztése

Az elektrotechnikai acélszalagok gyártásának fejlesztése volt az első abban a sorban, ami a 60-as évek elején megindította azt a sorozatot, amely teljesen átalakította a Fémműt, és létrehozta Közép-Európa egyik legkorábbi kohászati gyárat.

Az építkezés helyéül a Fémű délekeleti részén lévő tűzsze krénylemezgyártó üzem, a mellette lévő TMK és Beruházási csoport épületének területét jelölték ki, mintegy 5000 m² terjedelemben. A tűzsze krénylemezek gyártása a vasút dieselesítése és villamosítása következtében megszűnt, a másik két egységet pedig új épületbe telepítették.

Itt helyezték üzembe a szovjet gyártmányú kvartó hengerállványt (1962), a Sendzimir-típusú 12 hengeres hengerállványt, majd jóval később a Waterbury Farrel hengerállványt (1979).

A szomszédos csarnokokban helyezkedtek el: a dobpácoló berendezés, a villamos ellenállásfűtésű védőgázos harangkemencék, a hozzájuk tartozó exoterm védőgázfejlesztő berendezés és szalaghegesztő gép (1963), valamint a Ruthner gyártmányú szalaghasító köröllő. 1965-ben lépett üzembe a transzformátorszalagok előállításához az áthúzó rendszerű dekarbonizáló hőkezelő berendezés krakkolt ammónia védőgázzal, a hozzá tartozó ammónia krakkolóval és a cseppfolyós ammónia tárolására alkalmas teleppel. Ugyancsak ez évben helyezték üzembe a szövetturvító hőkezelésre alkalmas harangkemencét. Ez a technika biztosította a megfelelő minőségű és mennyiségű termékek gyártását.

A nagy fejlesztési időszakot követően 1997-ben környezetvédelmi okokból a dobpácolót egy folyamatos pácolóberendezés váltotta fel.

A Kísérleti Üzem és Fémfizikai Laboratórium, Anyagvizsgáló

A híradástechnikai és műszeripar által igényelt ún. finomkohászati anyagok tulajdonságainak biztosításához és a gyártástechni-

nológia meghatározásához az országban nem volt kutatási háttér. A vas- és acéipar igényeit a Vasipari Kutató Intézet, az alumíniumipar igényeit pedig a Fémipari Kutató Intézet fedte le. Szükségessé vált egy megfelelő technikai háttérrel rendelkező kutatóbázis létrehozása, amelyik biztosítja a termékek előállításához, a gyártástechnológia kialakításához szükséges szellemi és fizikai hátteret. Már az ötvenes évek végén a Mű-

szaki-Technológiai Osztályon belül létrehozta egy kutatási csoportot, amelyik megkezdte ezt a munkát, de megfelelő laboratóriumi és kísérleti háttér nélkül. Ugyancsak szükségessé vált a korábban az alumíniumkohó transzformátorházából átalakított épületben működő Anyagvizsgáló fejlesztése is.

1961-ben megépült az 1300 m² alapterületű Kísérleti Üzem és a 450 m²-es Fémfizikai Laboratórium, valamint az Üzemfenntartási Osztály (TMK) új fejépiletéhez csatlakozó 160 m²-es anyagvizsgálólabor-bővítmény (a Színképelemző Analitikai- ill. a Mágneses Laboratórium).

1970-ben megépült a négyemeletes MEO épület, ahol az anyagvizsgáló laboratóriumok is helyet kaptak.

A Kísérlet-Kutatási Osztály technikai felszereltsége lehetővé tette a termelési folyamatok kis volumenben történő modellezését az olvasztás-öntéstől kezdve a képlékeny alakítás minden módjáig. A Metallurgiai laboratórium pl. rendelkezett indukciós kemencével, egy folyamatos öntőberendezéssel, vákuumindukciós kemencével és egy elektronsugaras átolvasztóberendezéssel is. A Kísérleti Üzemben egy 500 t-ás prés, duó-kvartó hengerállvány, cső- és rúd húzópad, atmoszférikus és vákuum hőkezelő berendezések lehetővé tették az üzemi technológiák modellezését. De gyártottak kereskedelmi mennyiségben is pl. CuCrZr-ötvözetből készített hegesztőcsúcsokat és tárcsákat, valamint kovácsolt protézis előterméket.

A Kísérleti Üzem egyik helyiségében állították fel a 80-as években azt a berendezést, amelyen az amorf fémek előállításának kísérletei folytak a Központi Fizikai Kutatóintézet



■ 3. ábra. A Kísérleti üzem

együttműködésben, majd az eredmények felhasználásával az amorf fémek gyártását szolgáló félüzemi berendezést is.

A kutatómunkát segítette a Fémfizikai Laboratórium, majd az 1966-ban létesült Mágneses Laboratórium és a Röntgen Finomszerkezet Vizsgáló Laboratórium. A műszerezettség tekintve optikai fémmikroszkóp, elektronmikroszkóp, pásztázó elektronmikroszkóp, röntgen finomszerkezet-vizsgáló berendezés és több, a mágneses tulajdonságok meghatározásához és különböző fémtani folyamatok méréséhez szükséges saját építésű speciális mérőberendezés üzemelt.

Az Anyagvizsgáló rendelkezett a gyártási folyamatok irányításához szükséges felszereltséggel. A Színképelemző Laboratóriumban Cameca és ARL gyártmányú automata spektrométer, Zeiss spektrográf, ARL röntgenfluoreszcens elemző berendezés,



■ 4. ábra. Az új Anyagvizsgáló épület

a Metallográfiai Laboratóriumban Zeiss fémmikroszkóp, Leybold gázelemző a fémek gáztartalmának méréséhez, magas hőmérsékletű fémmikroszkóp és hőtágulásmérő berendezések. A Mechanikai Laboratórium több, különböző méréstartományú szakítógéppel, Erichsen mélyhúzó-berendezéssel, keménységmérővel, míg a Mágneses Laboratórium koercitíverő-mérővel, ultrahangos vizsgálóberendezéssel és a mágneses tulajdonságok méréséhez szüksé-

ges egyéb berendezéssel rendelkezett. Az Anyagvizsgálónak volt egy Kémiai Laboratóriuma is, amelyikben a hagyományos nedveskémiai és műszeres kémiai analitikai módszereket alkalmazták.

A 3. ábra a Kísérleti üzemet, a 4. ábra az Anyagvizsgáló új épületét mutatja.

Réz és sárgaréz tuskóöntés, cső és rúdgyártás fejlesztése

A színesfém rúd- és csőgyártás valamint a réz hengerhuzalgyártás fejlesztéséhez minőségi és mennyiségi okok miatt feltétlenül szükséges volt a tuskóöntés modernizálása. A réz hengerhuzalgyártás esetében indokolta a fejlesztést az is, hogy a Magyar Kábel Művekkel megállapodás született arról, hogy a Fémmű biztosítja a továbbiakban a réz hengerhuzal mennyiségi és minőségi igények kielégítését. Ennek érdekében első lépésben a Fémmű átvette az Acélműtől az ún. nemesacél hengerdét, és a hengerművet alkalmassá tette a réztuskók hengerlésére is. A kábelgyártás igényeinek megfelelő rézminőség előállítására 1967-ben üzembe helyezték az OFHC tuskók öntésére alkalmas folyamatos olvasztó-öntő berendezést az újonnan épült 3600 m²-es Finomkohászati Öntőde csarnokában. Ugyancsak itt létesült a sárgaréz tuskók öntésére szolgáló folyamatos öntőmű három 2 tonnás ILK olvasztó-kemencével.

A Finomkohászati Öntőde csarnokához csatlakozva épült meg két 22x213 és egy 22x155 m-es csarnok. Ezekben helyezték el a 630 t-ás függőleges csőprést és a 2000 t-ás víz-



■ 5. ábra. Függőleges folyamatos sárgaréz-öntőgép



■ 6. ábra. A 630 tonnás függőleges csőprés

szintes univerzális prést a hozzájuk tartozó tuskóhevítő és hűtő berendezésekkel. A meglévő 3500 t-ás prés a Lemezhengerde épülettömbjében tovább üzemelt.

A képlékenyalakító és egyéb technológiai berendezések:

Kieserling ZN 20 tip. 20 t-ás rúdhúzógép,
Schumag KZ-RP II.A tip. rúdhúzógép,
Háromszálas Kieserling 12,5 t-ás csőhúzógép,
Háromszálas Kieserling 20 t-ás csőhúzógép,
NDK gyártmányú KPW pilgerhengeremű,
VSZT. 1500 tip. dobhúzó berendezés
60 tonnás láncos csőhúzópad,
EBNER gyártmányú görgősfenekű, sugárcsőves, gázfűtésű csőolajító kemence,
Görgős cső és rúdegyengető berendezés,
Pácoló berendezés három páckáddal.

Az 5. ábrán a folyamatos sárgaréz-

öntőgép, a 6. ábrán a 2000 tonnás csőprés látható.

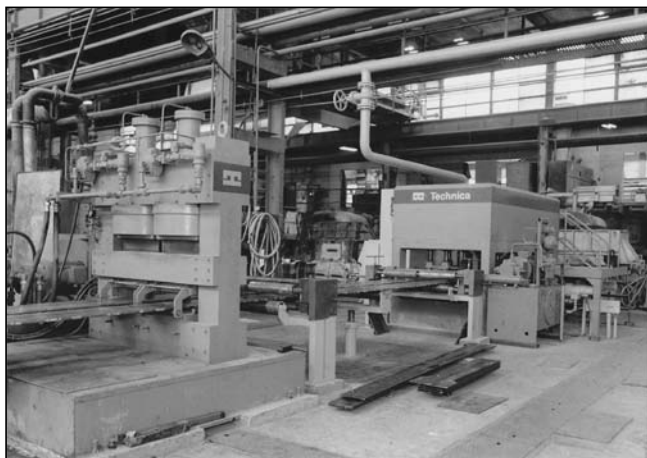
A fémszalaggyártás fejlesztése

A legszembetűnőbb technikai fejlődés a fémszalaggyártás területén ment végbe.

A Cső- és Rúdhúzó épületei mellett 1973-ra felépült egy negyedik, 22x220 m-es csarnok. Ebben a csarnokban helyeztek el egy Fröhling gyártmányú 500 tonnás előnyújtó reverzáló hengerállványt, egy Fröhling 180 tonnás kvartó hengerállványt, egy Ebner hőkezelő berendezést, egy Fröhling szalaghasító körollót és a régi fémszalaghengerdeből áttelepített Schmitz és CsMTI körollókat. 1979-ben a berendezések kiegészültek még egy kvartó hengerállvánnyal, Ebner gyártmányú H₂-védőgázos sisakkemencékkel, amelyek lehetővé tették a sárgarézszalagok fényes lágyítását, 1982-ben egy Selve szalaghántolóval és 1985-ben pedig egy REDEX nyújtva-egyengető berendezéssel.

Ezzel egy időben a technológia kiindulópontja is teljesen megváltozott. A Fémű déli részén lévő Fémöntőde berendezéseit 1973-ig fokozatosan a Nehézfém Formaöntőde csarnokába telepítették (miközben a Székesfehérvári Nehézfém Formaöntőde 1967-től fokozatosan átvette az öntvénytermelést). 1973-ban üzembe állt az első folyamatos szalagkristályosító berendezés. Ezt követte 1975-ben és 1982-ben az egyszálas és a kétszálas Technica Guss ill. a Dihl gyártmányú kétszálas öntőberendezések telepítése. Ez képezte alapját a korszerű színesfém szalaggyártásnak. Ez a technológia akkoriban a színesfém szalaggyártás csúcspontját jelentette. A vákuumolvasztást és -öntést igénylő ötvözetek gyártásához 1979-ben üzembe állt egy 1,5-t-ás vákuum olvasztó-öntőberendezés és egy vákuum ívfényes átolvasztó berendezés.

A szalaggyártás elkülönülő ága volt a többretegű szalaggyártás (ún. plattírozott szalag). A Rézhenger-művekből áttelepített technológia



■ 7. ábra. Vízszintes folyamatos szalagöntőgép



■ 8. ábra. Védőgázos fényeslágyító berendezés



■ 9. ábra. A Dip Forming (DFMC) berendezés



■ 10. ábra. Az ívhegesztő elektródagyártás automatikus porkimérője

hadiipari célú felhasználású volt és a acélszalagnak tombakréteggel való bevonását jelentette a Hengerműbe telepített meleghengerművel. 1985-ben került sor a technológia korszerűsítésére: a meleghengerlés kiváltására egy Fröhling gyártmányú hidegplattírozó hengerállvánnyal és a SELVE (Svájc) cégtől átvett know-how-val.

A 7. ábrán látható az egyik kétszintes vízszintes szalagöntő berendezés, a 8. ábrán a védőgázos fényeslágyító berendezés.

A rézhuzalgyártás fejlesztése

A hetvenes évek közepén szükségessé vált a réz hengerhuzalgyártás továbbfejlesztése, mert a tuskóöntés +meleghengerlés addigi módja sem a minőségi, sem a termelékenységi feltételeket nem tudta biztosítani. A fejlesztési lehetőségként a Properzi-vagy a Dip Forming-eljárás jöhetett szóba. Mind minőségi, mind gyártási kapacitás szempontjából nézve a General Electric Dip Forming (Magyarországon használatos elnevezés szerint: DFMC) eljárásának bevezetése látszott célszerűnek.

Az eljárást R. P. Carreker fejlesztette ki, és az első gyártóberendezést a G. E. bridgeporti gyárában helyezték üzembe 1969-ben. Az eljárás sikerét mutatja, hogy ezt követően Svédországban, Japánban, az NSZK-ban, Taiwanban, Jugoszláviában építettek DFMC-berendezést és a G. E. is két további berendezést (Schenectady és Salt Lake City) létesített.

Az eljárás teljesen újszerű volt az addig működő réz hengerhuzalt

gyártó berendezésekhez viszonyítva. Az eljárás lényege, hogy a folyékony fémfűrdőn meghatározott sebességgel, molibdén gyűrűn át egy ún. maghuzalt húznak keresztül. Áthúzás közben a hideg maghuzalra rákristályosodik a fém, tehát a huzal megnövekedett keresztmetszettel lép ki a fűrdőből. Ezután a huzalt egy többállványos hengerson a kívánt méretre redukálja, és egy tekercselő berendezés több tonnás tekercsekbe rakja. Az egész folyamat az olvasztástól a hengerlésig bezárólag védőgázban történik. Ez biztosítja a huzal oxigénmentességét (O_2 -tartalom < 20 ppm).

A General Electric 450 ezer dollár egyösszegű szabadalmi díj és 2,75 dollár/tonna royalty ellenében adta el a szabadalmat, beleértve a tanácsadást és a beüzemelésnél nyújtott segítséget, de a berendezésből csak a védőgáz-fejlesztő szállítást vállalta. Ezért a berendezés többi részét a következő cégek gyártották:

Ajax Magnethermic: kemencerendszer, középfrekvenciás tégelyhevítő, szállító görgősorok, kemence-transzformátorok, vezérlő elemek, rákristályosító tégely.

Waterbury Farrel: hengerállvány, motorok, emulzió hűtőrendszer, központi vezérlés.

Wean-United: hajtások, hűtőtorony, csévéző hántoló és húzóegységek, állványok.

Brown-Ross: egyéb berendezések.

A Dip Forming berendezés a Fémű középső részén épült csarnokban nyert elhelyezést és 1979-ben lépett működésbe. A DFMC berendezés a 9. ábrán látható.

A bevonatos kézi ívhegesztő elektródagyártás fejlesztése

Bevonatos hegesztőelektródákat és hegesztőpálcákat a Fémű csepelel 1970 óta a móri telepe egyaránt gyártott, de együttesen sem tudták kielégíteni a hazai felhasználói igényeket. A hegesztőelektródák minőségi színvonalának javítása is szükségessé vált. Ez csak a móri telephelyen egy új, korszerű üzem létesítésével és új technológia bevezetésével volt megoldható. Európa élenjáró elektródagyártó cégeivel – Oerlikon (Svájc), Böhler (Ausztria), ESAB (Svédország), Thyssen-Krupp (NSZK), British Oxygen (Nagybritannia), Arcos (Olaszország) – folytatott tárgyalások után a svéd ESAB céggel született a megállapodás egy évi 30000 t kapacitású elektróda és (a fedettívű hegesztésnél használt) 2000 t fedőpor gyártásához szükséges berendezések szállítására, valamint 12 hegesztőelektróda-típus és két fedőporgyártási receptúra átadására. Az üzem 1979-ben lépett működésbe.

A hegesztőelektróda-üzem automata porkimérő berendezését mutatja a 10. ábra.

A színesfém lemezhengerlés fejlesztése

Az alumínium lemezgyártás megszűnésével lehetővé vált a színesfém lemezgyártás fejlesztése az alumínium meleghengermű és tuskó előmelegítő berendezés átalakításával, valamint egy új, nikkel tuskók előmelegítésére szolgáló kemence üzembe helyezésével 1984-ben.

A rézfinomítás fejlesztése

A rézfinomítás korszerűsítése már a hetvenes évek elején felmerült mind a tűzi rézfinomítás, mind a rézelektrolízis tekintetében. A folyamatot lassította az, hogy a szovjet–magyar timföld-egyezmény keretében beérkező nagy rézkatódá-mennyiség csak a hazai begyűjtésű rézhulladék feldolgozását tette szükségessé. A szabad rézfinomítási kapacitások kihasználására ugyan létrejött Jugoszláviával egy szerződés, amely évi 2000–4000 t chilei bliszterréz katódává ill. hengerhuzallá történő feldolgozásáról szólt, de az 1980-as évekig a korszerűsítésre vonatkozó igény nem aktualizálódott. Ekkor azonban mind a tűzi rézfinomítás, mind a rézelektrolízis modernizálása

megkezdődött. 1984–85-ben a Fémű déli részén, a volt Fémöntöde helyén megépült az új Rézfinomító üzem. A hulladék olvasztása az addigi forgódobos kemence helyett egy Asarco-típusú aknás kemencében történt, amelyből a folyékony fém egy gáztüzelésű oxidáló, majd egy redukáló-öntő kemencébe folyt át. Ez utóbbihoz csatlakozott egy automatikus öntőgép az anódák előállítására.

Az Elektrolízis üzemben megújult a kádrendszer, és külföldi know-how alapján bevezetésre került a nagy áramsűrűségű pólusváltásos elektrolízis (PCR eljárás – Montanwerke Brixlegg), amely biztosította a 99,99-es katódaminőség gyártását.

A 11. ábrán látható a Rézfinomító Asarco-rendszerű aknás kemencéjének képe.

Az alumínium formaöntészet fejlesztése

Ebben az időszakban a Formaöntöde Gyárban is jelentős változások történtek. 1968-ban megszűnt az ötvözött alumínium présöntvénygyártás, amelyet mint új profilgazda az apci Qualital vállalat vett át a présöntő berendezésekkel együtt.

A fejlesztési tevékenység mindin-



■ 11. ábra. A rézfinomító Asarco-típusú aknás kemencéje

kább a forgattyúházöntvény köré csoportosult. Az alumínium formaöntészetnek komoly hagyományai voltak a Féműben, mert a negyvenes évek elejétől a repülőgépgyártás öntvényeit, majd a háború után a motorkerékpárgyártás és a teherautó-gyártás alumínium öntvény szükségletét is a csepeli formaöntöde gyártotta, és ehhez megfelelő technikai feltételekkel rendelkezett. A felhasználóknál bekövetkezett változások kedvezőtlenül hatottak a Formaöntöde Gyárra. Az utolsó jelentős fejlesztési lépés az volt, hogy a homokformázás helyett bevezették a forgattyúházak kokillaöntését. Mivel a magyar motorgyártás alumíniumöntvény helyett öntöttvasra tért át, a termelés fenntartása érdekében export keresésére volt szükség. 1967-től kezdődően lengyel autógyárral nyílt erre lehetőség. 1982-ig évi 1000–1500 tonna mennyiségben szállított a Fémű forgattyúházakat Lengyelországba. A megfelelő minőség biztosítása érdekében olvasztó és pihentető kemencével, több hőkezelő kemencével, maglövő géppel, öntvénytisztító berendezéssel és röntgen átvilágító berendezéssel bővült az állóeszköz-állomány. A lengyel export megszűnése után az üzem alumínium tömbgyártásra állt át.

A fejlesztés egyéb területei

A termelési technológiák fejlesztésén kívül jelentős változáson mentek át a szociális létesítmények és a nem termelő üzemek is. A fejlesztési időszak alatt négy új öltöző, egy új étterem, új készáru raktár és több új irodaépület épült. A termelési színvonal fejlődésének megfelelően korszerűsödött a szerszámkészítés és a karbantartás is.

A végrehajtott beruházások értéke

A fentiekből látható, hogy a fejlesztések hatására teljesen megváltozott a Fémű arculata. A termelőberendezések a legkorszerűbb technikai színvonalat képviselték. Ennek megfelelően a technológiai színvonal is az egyik legkorszerűbb volt az európai hason-

ló üzemek között. Természetesen ez csak a Fémű történetének legnagyobb beruházásával volt elérhető. Ebben az időszakban a beruházások értéke az alábbi volt:

1961–1965	268 M Ft
1966–1970	509 M Ft
1971–1975	625 M Ft
1976–1980	2207 M Ft
1981–1985	704 M Ft
Összesen	4313 M Ft

Ez az összeg mai értéken – a KSH inflációra vonatkozó adatait (1961–2015 közötti infláció: 5356%) figyelembe véve – kb. 230 Mrd Ft-ot jelent.

Gyártmányfejlesztés

A végrehajtott beruházások lehetővé tették nemcsak a termelékenység nagyarányú növelését, hanem a hagyományos színesfém gyártmányokon túlmenően a híradástechnikai, műszer és elektronikai ipar által igényelt termékek kifejlesztését és a gyártásuk bevezetését. Ennek megfelelően a Fémű gyártmányválasztéka az 1965–85 közötti időben teljesen átalakult. Az alumínium gyártmányok termelése gyakorlatilag megszűnt (csak a tömbgyártásra korlátozódott). A gyártott termékek csoportokra osztva az 1. táblázatban láthatók.

A táblázat azt mutatja, hogy a létrehozott gyártmányválaszték nem a hagyományos, az alapfémhez kötött termékekből áll, hanem a kifejezetten

a felhasználók sokrétű szükségleteinek kielégítését célozta. Európában, sőt talán a világban nem volt található és ma sincs olyan gyár, amelyik

hasonlóan nagy és változatos termékstruktúrával rendelkezett ill. rendelkezne. Ez természetesen igen nagy követelményeket állított a gyártmányfej-

1. táblázat. A Fémű gyártmányválasztéka

Réz és rézötvözetek	Réz	Nagytisztaságú réz (CuV-NT, CuV, CuEOM, CuEOM-Ag) Réz (CuE, CuEP, CuEPP)
	Sárgarezek	Kétalkotós sárgarezek (Sr95-től Sr58-ig)
		Ólmos sárgarezek (SrA58-tól Sr62Pb-ig)
		Különleges sárgarezek (KSr54-tól KSr68-ig, egyedenkénti ötvöző: Fe, Mn, Al, Si, Ni)
		Különleges sárgarézt kondenzátorcső részére (ötvöző: Sn ill. Al, mikroötvöző: As)
	Ónbronzo	CuSn ötvözetek, óntartalom: 2; 5 ill. 8%
	Alumíniumbronzo	Réz-alumínium ötvözetek (ötvöző: 5 ill. 7% Al és 0,3% Fe)
		Különleges Albz (ötvöző: 9% Al és 2% Mn, ill 10% Al, 3% Fe és 1,5% Mn)
	Különleges rézötvözetek	Ezüstbronz (0,5% Ag)
		Kadmiumbronz (1,5% Cd)
		Kadmiumos ónbronz (1,5% Cd és 0,5% Sn)
		Szilíciumbronz (3% Si és 1,2% Mn)
		Tellurbronz (0,7% Te)
	Nemesíthető rézötvözetek	Krónbronz (0,8% Cr)
		Ezüstbronz (5,5% Ag)
		Berilliumbronz 1 (1,7% Be és 0,5% Co)
		Berilliumbronz 2 (2% Be, 0,5% Co és 0,2% Ti)
		Kobaltbronz (0,5% Be, 1,5% Co, 0,2% Ti)
	Alpakkák és réz-nikkel ötvözetek	Növelt Be ill. Co-tartalmú berillium- és kobaltbronz
		Alpakkák (12–18% Ni-t és 25–17% Zn-t tartalmazó rézötvözetek)
		Réz-nikkel ötvözetek (4,5–20%-ig terjedő Ni-tartalommal)
Nikkel és nikkelötvözetek	Nagytisztaságú nikkel	Vákuumban öntött nikkel (Ni+Co min. 99,99%, Co max. 0,1%)
	Vákuumban öntött, Mg-vel dezoxidált nikkel	Co max 0,1%, Mg a felhasználói igénytől függően 0,01–0,12%
	Kommersz nikkel	Ni+Co 99,8–98,8%, ebből Co 0,1–0,7%
	Nikkel ötvözetek	Ni+Mn ötvözetek (Mn a felhasználói céltól függően 0,5–5,4%)
	Monel	Ni ötvözet: Mn 1,0–2,0%, Cu 28–33%, Fe 1,0–3,0%
Ellenállásanyagok	Rézalapú ellenállásanyagok	RC 43 (Mn 11,0–13,0%, Ni 1,0–3,0%, 0–0,5% Fe, R Cu)
		RC 49 (Mn 0,3–1,0%, Ni 40,0–45,0%, Fe 0–5%, R Cu)
		RC 50 (Mn 12–14%, Al 2,0–4,0%, Fe 0–0,5%, R Cu)
		RF 50 (Cr 2,0–2,2%, Mn 0,5–0,8%, Si 1,8–2,0%, R Fe)
	Vasalapú ellenállásanyagok	Alkroresist 20 (Cr 18,0–22,0%, Mn 0–0,3%, Si 0–0,3%, Al 4,5–5,5%, Co 1,5–3,0%, R Fe)
		Alkroresist 30 (Cr 18,0–22,0%, Mn 1,0–2,0%, Ni 27,0–33,0%, Si 0,3–1,0%, R Fe)
	Nikkelalapú ellenállásanyagok	Nikroresist 60 (Cr 15,0–18,0%, Fe 18,0–22,0%, Mn 1,0–2,0%, Si 0,5–1,5%, R Ni)
Mágneses anyagok	Lágymágneses anyagok	Nikroresist 80 (Cr 19,0–21,0%, Fe 0–0,5%, Mn 0–0,3%, Si 0,5–1,5%, R Ni)
		P 20000 (Ni 78,5–79,5%, Mo 3,5–4,5%, Mn 0,4–1,0%, R Fe)
		P 2300 (Ni 45,0–46,0%, Mn 0,4–1,0%, R Fe)
		Q 50 (Ni 49,7–50,3%, Mn 0,4–1,0%, R Fe)
		PCu 30000 (Ni 71,5–72,5%, Mo 3,5–4,5%, Cu 13,5–14,5%, Mn 0,4–1,0%, Si 0,01–0,03%, R Fe)
		PCu 50000 (Ni 76,5–77,5%, Mo 3,5–4,5%, Cu 4,5–5,5%, Mn 0,4–1,0%, Si 0,01–0,03%, R Fe)

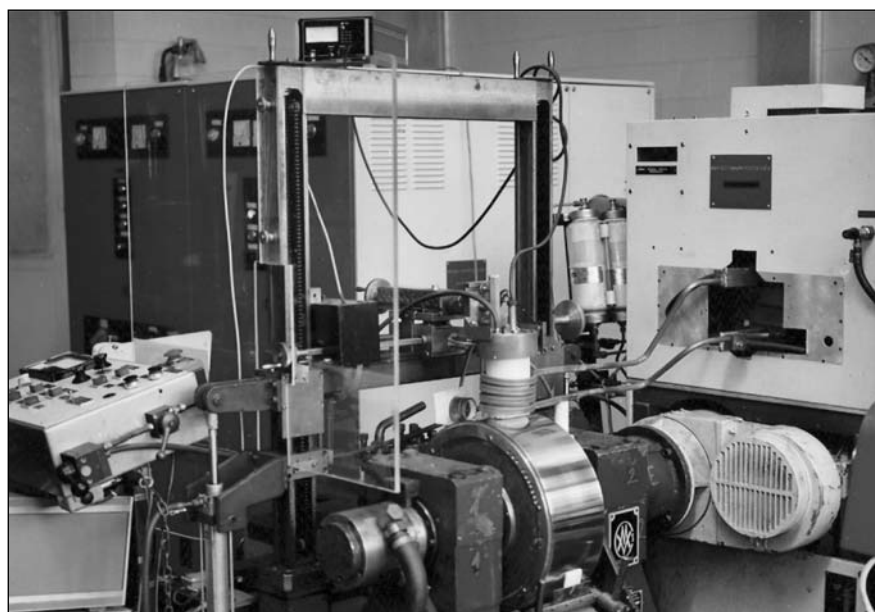
Mágneses anyagok	Keménymágneses anyagok	Vikalloy I (Co 50,0-52,0%, V 13,0-15,0%, Cr 3,5-4,5%, Mn 0- 0,5%)	
		Vikalloy I (Co 50,0-52,0%, V 13,0-15,0%, Cr 3,5-4,5%, Mn 0- 0,5%, R Fe)	
		Vikalloy II (Co 50,0-52,00%, V 13,0-Mn 0-0,5%, R Fe)	
		Fekova (Co 48,5-49,5%, V 19,5-20,5%, Mn 0,3-0,7%, R Fe)	
		Cunico (Ni 19,5-20,5%, Co 29,5-30,5%, Mn 0,3-0,5%, R Fe)	
Különleges vasalapú anyagok	Üveghez és kerámiához forrasztható anyagok	VD 50 (Ni 28,5-29,5%, Co 16,5-17,5%, Ni+Co 45,5-46,5%, Cr 0,05-0,2%, Mn 0,005-0,2%, Si 0,15-0,20%, R Fe)	
		VD 70 (Ni 27,5-28,5%, Co 22,5-23,5%, Ni+Co 50,5-51,5%, Cr 0,05-0,20%, Mn 0,05-0,30%, R Fe)	
		VD 90 (Ni 46,7-47,5%, Cr 4,9-5,3%, Mn 0,05-0,50%, Si 0,05-0,30%, R Fe)	
		VD 90 C (Ni 46,0-47,0%, Cu 4,5-5,5%, Ni+Cu 50,5-51,5%, Mn 0,05-0,5%, R Fe)	
		VD 90/M (Ni 48,0-48,8%, Cr 0,05-0,10%, Mn 5,0-5,8%, Si 0,01-0,20%, R Fe)	
		VD 103 (Cr 24,0-28,0%, Mn 0,2-0,5%, Si 0,15-0,5%, R Fe)	
		VD 105 (Ni 0,1-0,2%, Cr 17,5-18,5%, Mn 0,05-0,20%, Si 0,05-0,3%), R Fe)	
	Különleges hőtágulású anyagok	FeNi 36 (Ni 35,5%-36,5%, Mn 0,1-0,5%, R Fe)	
		FeNi 38 (Ni 37,5-38,5%, Mn 0,1-0,5%, Si 0,1-0,5%, R Fe)	
		FeNi 42 (Ni 41,5-50,5%, Mn 0,1-0,5%, Si 0,1-0,5%, R Fe)	
		FeNi 50 (Ni 49,5-50,5%, Mn 0,1-0,5 %, Si 0,1-0,5%, R Fe)	
		FeNi 31Co (Ni 30,5-31,5%, Co 4,7-5,3%, Mn 0,1-0,2%, Si 0,1-0,2%, R Fe)	
		FeNi 36Ti (Ni 35,5%, Co 11,7-12,3%, Ti 2,8-3,2%, Mn 0,1-0,2, Si 0,1-0,2%, R Fe)	
		Sav- és rozsdálló acélok	KO 32 (Cr 17,0-19,0%, Ni 8,0-10,0%, R Fe)
			KO 33 (Cr 17,0-19,0%, Ni 9,0-11,0%, Mn 1,0-2,0%, R Fe)
KO 36 (Cr 17,0-19,0%, Ni 8,0-11,0%, C 0,02 %, R Fe)			
Elektrotechnikai acélszalagok	FERMAX F6 – F8 ($H_{c\max}$ 0,6-0,8 Oe), az előtermék a Csepeli Acélműben, majd a Dunai Vasműben készült		
	Transzformátorszalag (vastagság: 0,35-0,5 m, V_{\max} 1,0-1,5 W/kg), az előtermék a Dunai Vasműben készült		
	Dinamószalag DN 1,2-2% Si, M 330—1000 X 35—1000 A, az előtermék a Dunai Vasműben készült		
Többrétegű szalagok	Plattírozott acélszalagok	Fe / CuZn	
		Termobimetallok: FeNiMn / FeNi36	
Hegesztőelektródák, hegesztőpálcák és fedőporok	Amorf ötvözetek	FeBSi	
		FeCoBSi	
		FeNiPB	
	Protézis ötvözetek	NiCo	
		FeCrNi	
	Autogén pálcák	Acél pálcá PANAUT 37	
		Vörösréz pálcá PANAUT Cu	
		Sárgaréz pálcá PANAUT	
	Elektrodák	Rutilos elektródák (ER 11-...-ER 52Fe)	
		Bázikus elektródák (EB 11-...-EB 52Fe)	
		Cellulóz elektródák (Pancell 1, Pancell 2)	
		Ötvözött elektródák (Pancres MoTi, Pancres CMTI 1, PANCRES CMTI 2, PANCRES CMB1, PANCRES CMB 2)	
		Felrakó elektródák (PANHARD 200, PANHARD 250, PANHARD 300, PANFIELD M 14, PANLED C 13, PANTHER CW1, PANTHER CW1, PANTHER CW 2, PANTRI MCW 60, PANRAPID RL1, PANRAPID RL2, PANRAPID BB1, PANRAPID BB2)	
		Öntöttvas hegesztő elektródák (PANCAST M, PANCAST Ní 1, PANCAST Ni 2, PANCAST CS 2)	
	Fedőporok	Agglomerált fedőporok (PANFLUX FB 106, PANFLUX FB 108)	

2. táblázat. Kapacitások és kihasználtságuk 1989-ben

Üzem	Névleges (t)	Tény (t)			Kihhasználtság (%)
		Belföld	Export	Összesen	
Rézfinomító *	15–20000	7455	-	7455	43,0
Elektrolízis *	14500	6104	-	6104	42,0
DMFC	30000	15857	14102	29959	99,8
Fémzalag	10–12000	7077	3411	10488	95,3
Csőhúzó	5000	1489	3335	4824	96,5
Rúdhúzó	8–10000	5874	1568	7442	82,7
Huzalhúzó	3500	2097	431	2528	72,2
Présmű **	-	413	965	1378	-
Acélszalag	23000	14194	8356	22570	98,1
Elektróda	30000	7040	-	7040	23,4

* = jellemzően belső termelés

** = csak készáru. A belső termelés a meghatározó (cső-, rúd- és huzal előtermék)



12. ábra. Amorfszalag-előállító berendezés

lesztő-kutató szervezet elé, de a gyártásfejlesztő és technológusi munkát végzők elé is. A hatvanas évek elején megalakult hét fős kutatócsoport a hetvenes évek elejére hivatalosan kutatóhelynek minősített szervezet lett, ahol 64-en dolgoztak. Ebből mintegy 40 volt elsőfokú végzettségű, túlnyomórészt kohómérnök és fizikus. Ketten MTA doktori, öten kandidátusi tudományos fokozatot nyertek el a Féműben végzett kutató-fejlesztő munkájuk során.

A különleges fizikai tulajdonságú anyagok fejlesztéséhez szükséges szellemi és anyagvizsgálati kapacitást bővítették azok az együttműködési szerződések, amelyeket a Fémű több hazai és külföldi intézménnyel kö-

tött. Az így létrehozott kutatóhálózatban az alábbi intézmények játszottak főbb szerepet: MTA KFKI Szilárdtestfizikai Kutató Intézet, MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézet, NME Fémkohásztani Tanszék, NME Kohógéptan Tanszék, BME Mechanikai-Technológiai és Anyagszerkezet-tani Intézet, BME Atomfizika Tanszék. A nemzetközi kapcsolatokban eredményes együttműködés folyt a Mansfeld Kombinát Walzwerk Hettstedt-tel, Auerhammerrel, a CNIICSERMET-tel és a NIIGRA-FIT-tel.

A kutató-fejlesztő munka finanszírozásában nagy szerepet játszott az, hogy a minisztérium az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal közö-

sen az ún. országosan kiemelt „célprogramok” keretében több téma költségeinek 50–60%-át fedezte. A Fémű két kiemelt országos célprogramnak volt az irányítója és koordinálója.

A 12. ábrán látható az amorfszalag előállítására szolgáló berendezés.

A termelés alakulása

A fejlesztés során üzembe helyezett nagytermelékenységű berendezések és technológiák a termelés jelentős megnövekedését eredményezték. A termelési volumen közel megháromszorozódott és megindult az export is. A minőségi színvonal lehetővé tette olyan piacok elérését is, mint pl. az Egyesült Államok. Amint a 13. ábrából is kitűnik, volt olyan időszak, amikor a teljes export elérte a termelés 30%-át, a dollárexport pedig a 20%-ot.

A gyártókapacitások kihasználtsága is kedvező volt. 1989-ben pl. a 2. táblázaton látható képet mutatta.

Sajnos a 80-as években a feldolgozóiparban bekövetkezett változások csökkentették a belföldi felhasználói igényeket, így a Fémű termelése is visszaesett. Csökkent a rubelexport volumene is.

Szervezet és létszám

A Fémű gyáregységi szervezetben működött. A csepeli gyáregységek a következők voltak: Rézkohászat Gyáregység, Hengermű Gyáregység, Húzó- és Formázó Gyáregység, Formaöntőde Gyáregység. 1962-től 1968-ig az Elektrodagyár is a csepeli gyáregységekhez tartozott, majd a Móri Gyáregység létrejöttével (1968) annak keretében működött. 1971. I. 1-től az 1973. V. 31-én bekövetkezett felszámolásáig a Rézhengerművek is a gyáregységi szervezet tagja volt. 1976-tól a nagytétnyi Metallochemia a Fémű gyáregysége volt, 1983. I. 1-ig került át a Metalloglobushoz. A Székesfehérvári Nehézfémöntőde 1976. I. 1. és 1984. I. 1. között volt a Fémű gyáregysége, ekkor ismét önálló gyárrá vált.

A Fémű létszámának változását a 14. ábra mutatja. Ebből is látszik, hogy a Metallochemia Féműhöz csatolása megnövelte a vállalat létszámát, és az meghaladta a 4000 főt. Ezt követően

jelentkezett a beruházások eredményeként létrejött termelékenységnövekedés hatása a folyamatos létszámcsoökkentésben. A 80-as években egyes területeken létszámhiány is kezdett jelentkezni. Ennek ellensúlyozására a vállalatnál is számos vgmk-t hoztak létre különösen a kis volumenű és kistételes termékek gyártására.

A Fémű vezetési struktúrájában is több változás következett be az 1960–1990 közti időszakban. Létrejött a termelési igazgatói és a kereskedelmi igazgatói funkció a korábbi igazgató – műszaki igazgató (korábban: főmérnök) – gazdasági igazgató (korábban főkönyvelő) irányítási rendszer helyett.

Ebben az időszakban a vállalat vezetői voltak:

Igazgatók ill. vezérigazgatók: *Kabelik Imre* (1959–1962), *Korbély Lajos* (1962–1964), *Soltész István* (1964–1974), *dr. Stefán Mihály* (1974–1976), *(Krakler László mb. 1976–1977)*, *Juhász Gyula* (1976–1997, 1983-tól vezérigazgató).

Főmérnökök, műszaki igazgatók, műszaki vezérigazgató-helyettesek: *Gergely János* (1959–1962), *Paár Béla* (1962–1964), *dr. Stefán Mihály* (1964–1974; 1968-tól műszaki igazgató), *Krakler László* (1974–1979), *(Horváth Csaba mb. 1976)*, *Gróf Tamás* (1979–1986; 1983-tól műsz. vezérigazgató-helyettes), *Horváth Csaba* (1986–1998).

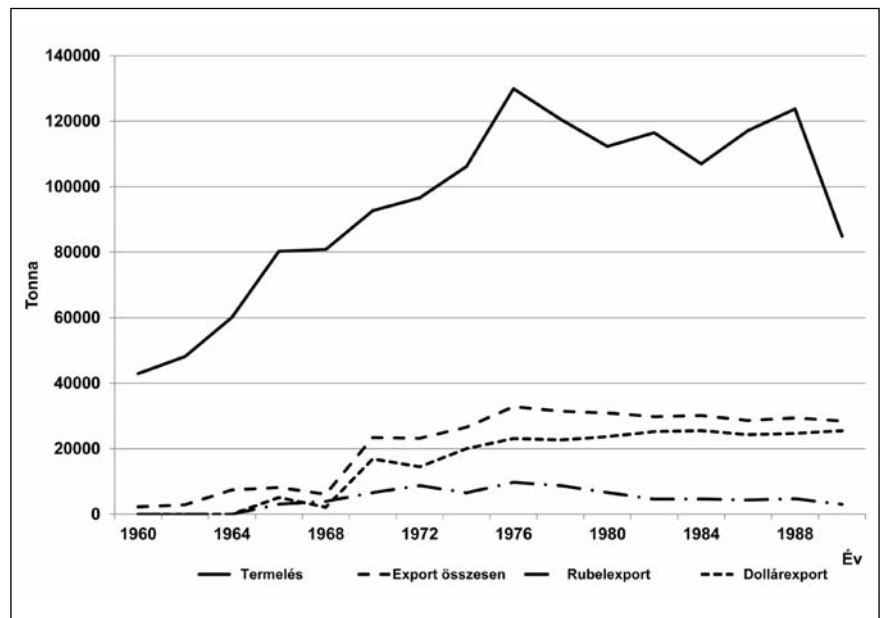
Főkönyvelők, gazdasági igazgatók: *Véghelyi István* (1952–1971), *Mikó Ernő* (1971–1977; 1977-től gazdasági igazgató), *Mosonyi Árpád* (1977–1993; 1983-tól gazdasági vezérigazgató-helyettes).

Termelési igazgatók: *László József* (1977–1978), *Grigár Ernő* (1978–1980), *Sipos Domokos* (1980–1992).

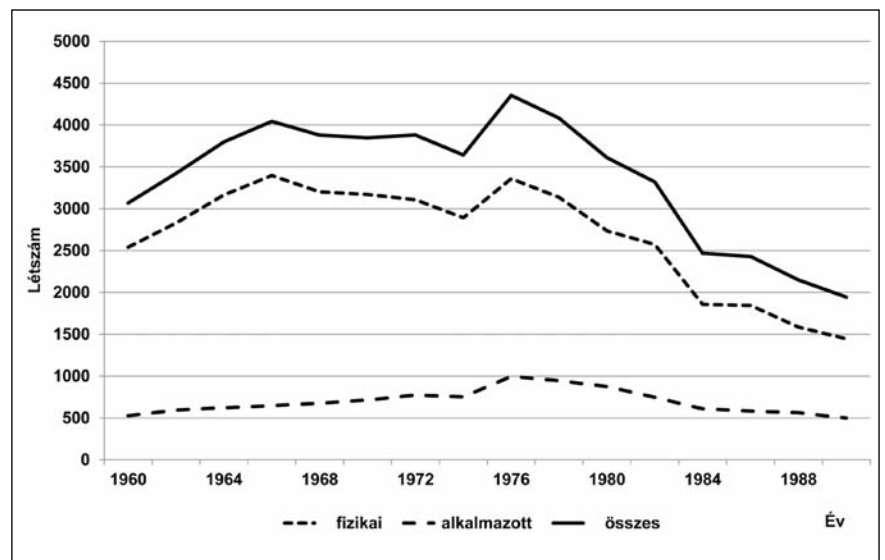
Kereskedelmi igazgatók: *László Józsefné* (1974–1980). (Megjegyzés: 1980 és 1998 között a kereskedelmi szervezet a termelési vezérigazgató-helyetteshez tartozott).

Zárszó

A Csepeli Fémű történetében kiemelkedő jelentőségű volt az 1960-tól 1990-ig terjedő időszak. A végrehajtott fejlesztések során a legkorszerűbb, a kor élenjáró gyártóberendezései vál-



■ 13. ábra. A Fémű termelése és exportja 1960–1990 között



■ 14. ábra. A Fémű létszámának alakulása 1960–1990 között

tották fel a korábbi, többnyire a századeleji színvonalat képviselő gépeket. A gyártmányválaszték kielégítette a gyorsan fejlődő híradástechnikai és elektronikai ipar követelményeit, és minőségük lehetővé tette, hogy a vállalat a legigényesebb külföldi piacokon is értékesíthesse termékeit.

A felhasznált dokumentumok

1. Kohászati Műszaki Tanács Fémkohászati Szakbizottsága: A színesfémkohászati alágazat IV. ötéves tervjavaslata. Budapest, 1971. május
2. A II. ötéves terv a Csepeli Fém-

műben. Budapest, 1966. február

3. *Horváth Csaba – Stork József – Bagi János*: Csepel Vas- és Féművek Színesfém Kohászata. Csepel Művek Fémű. Budapest, 2007.
4. A Csepeli Fémű története 1895–1985. Tények és adatok a vállalat 90 éves tevékenységéről. Budapest, 1986. Összeállította: Grigár Ernő
5. A Csepeli Fémű rövid története. 1895–1995. Összeállította: Horváth Csaba
6. *Horváth Csaba*: Volt egyszer egy Csepeli Fémű. 2011. Előadás az OMBKE rendezvényén

Forgó- és haladó mágneses mező hatása az Sn-Cd peritektikus ötvözet kristályosodására

A forgó (RMF) és haladó mágneses térben (TMF) kristályosított peritektikus Sn-Cd ötvözetek szövetszerkezetét vizsgáltuk. Az irányítottan kristályosított peritektikus Sn-Cd ötvözeteknél oszlopos, cellás mikroszerkezet alakul ki. RMF-fel keverve az olvadékokat, az alkalmazott mozgatási sebességek esetén az oszlopos szerkezet felborul és ekvixiális mikroszerkezet kristályosodik. Kialakul az ún. „karácsonyfa” mikroszerkezet. TMF-fel keverve az olvadékokat, az alkalmazott mozgatási sebességek esetén az oszlopos szerkezet felborul és ekvixiális mikroszerkezet kristályosodik, de nem alakul ki az ún. „karácsonyfa” mikroszerkezet. Acéljaink egy igen jelentős része peritektikus folyamat útján kristályosodik. Jelen kutatásnak a célja, hogy a kis hőmérsékleten olvadó/kristályosodó Sn-Cd ötvözetek segítségével modellezzük az acélok kristályosodásánál lezajló folyamatokat.

1. Bevezetés

A fémek és ötvözetek kristályosodása során a fémolvadékban a hőmérséklet és koncentrációkülönbségek miatt sűrűségkülönbségek alakulnak ki, melyek gravitációs térben az olvadék áramlását eredményezik. Az olvadék áramlás intenzitása és jellege befolyásolja a kristályosodott ötvözet szövet szerkezetét és tulajdonságait. Az áramlásokat forgó- és haladó mágneses mező segítségével irányított kristályosítás keretében kontrollálni lehet.

Jól ismert, hogy a forgó és a haladó mágneses mező által keltett olvadákmozgás nagyban befolyásolja az ötvözetek makrodúsulását [1, 2]. A forgó és haladó mágneses mező más irányú olvadákmozgást eredményez és ez más mikroszerkezet kialakulásához vezet ugyanazon ötvözet esetében. A forgó mágneses mező alkalmazása esetén az áramlás fő iránya párhuzamos a kristályosodási fronttal, a haladó mágneses mező alkalmazása esetében merőleges rá. A két áramlási irány más módon befolyásolja a kialakuló szerkezetet. A TMF által indukált áramlás jellegében jobban hasonlít a gravitációs mező által létrehozott áramláshoz, mint az RMF által indukált. Számos kutató vizsgálta az

RMF és a TMF hatását különféle ötvözetekre. A peritektikus összetételű, Al-alapú [3–7] szilárdoldatos és eutektikus típusú ötvözetek [8, 9] esetében azonban csak néhány cikk szól a forgó (RMF) és haladó mágneses mező (TMF) keverő hatásáról [10–13].

A tervezett kutatás célja az volt, hogy megismerjük a forgó és haladó mágneses mező hatását az Sn-Cd hiperperitektikus ötvözet kristályosodására.

2. Kísérletek

A kristályosítási kísérletekhez használt kétalkotós Sn-Cd 1,6 t% ötvözetet indukciós olvasztással állítottunk elő, tiszta Sn-ből (99,99 t%) és Cd-ből (99,95 t%), amelyből több lépésben 8 mm átmérőjű rudat húztunk. A kristályosított próbák átmérője 8 mm, hossza 110 mm volt. Az egyirányú kristályosítási kísérletek a korábban már részletesen ismertetett, az MTA–ME Anyagtudományi Kutatócsoportja által kifejlesztett Crystallizer with High Rotating Magnetic Field (CHRMF) és Crystallizer with High Travelling Magnetic Field (CHTMF) berendezésben történtek

[9]. Az olvadékokat állandó nagyságú forgó, illetve haladó mágneses mező segítségével áramoltattuk, a kristályosodás befejeződéséig. Az áramlás miatt fellépő szerkezetváltozás megállapítása céljából a próbák első felét (40 mm) mágneses tér nélkül kristályosítottuk. A kristályosítás Bridgman-módszerrel, a gravitációs térrel ellentétes irányban történt, az egyirányú hőelvontatást az alul elhelyezett vízhűtés biztosította. A kísérletek közben 13NiCr-Ni (K-típusú) hőelemmel mértük a próbák hőmérsékletét. A kísérleti paramétereket az 1. táblázat tartalmazza. A forgó és haladó mágneses tér indukciója 60 mT, 50 Hz frekvenciájú, a hőmérséklet gradiens 6 K/mm, a próbadarabok mozgatási sebessége 0,005 és 0,01 mm/s volt. A kristályosított próbákat a hossz tengelyük mentén kettévágtuk, csiszoltuk, políroztuk és 4%-os Nitáiban marattuk. A próbadarabokon fény- és pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatokat végeztünk. A Cd-koncentrációt a HITACHI S-4800 pásztázó elektronmikroszkóphoz kapcsolt BRUKER AXS típusú EDS mikroszondával mértük, etalon nélkül.

3. Eredmények, következtetés

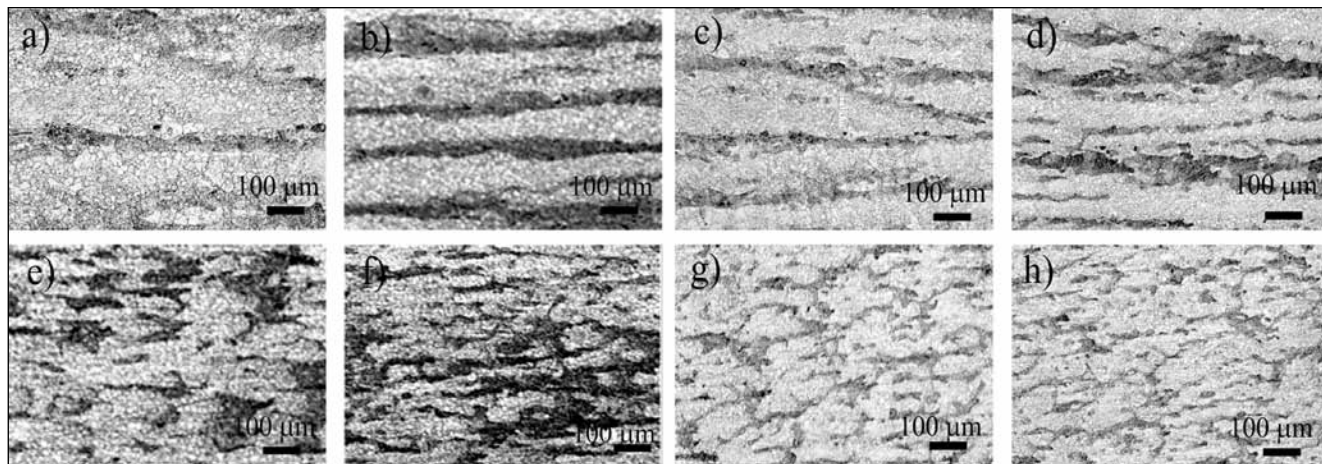
3.1. Kristályosodási út

Az olvadékból primeren az α -fázis (Sn-alapú primer szilárd oldat) cellái (világos területek az ábrákon), majd ezt követően a cellák között közvetlenül az olvadékból jelentős túlhűléssel

1. táblázat. Kísérleti paraméterek

Próbadarab jelölése	B mT	v mm/s	G K/mm	Keverés módja
1	60	0,005	6	RMF
2	60	0,01	6	RMF
3	60	0,005	6	TMF
4	60	0,01	6	TMF

A szerzők szakmai életrajza a 2014/3. számban található.



■ **1. ábra.** Sn-1,6 Cd-ötvözet mezoszerkezete B = 60 mT; a) 0,005 mm/s, nem kevert rész, RMF; b) 0,01 mm/s, nem kevert rész, RMF; c) nem kevert rész, TMF; d) 0,01 mm/s nem kevert rész, TMF; e) 0,005 mm/s, RMF; f) 0,01 mm/s RMF; g) 0,005 mm/s, TMF; h) 0,01 mm/s, TMF

β - (CdSn₄-alapú szekunder szilárd oldat, sötétebb területek az ábrákon) fázis kezdett kristályosodni. A lehűlés során a CdSn₄-fázisból először α -fázis vált ki, majd a maradék vegyület eutektoidos folyamatban átalakult.

3.2. Mezoszerkezet

A hosszcsiszolatok szerkezetét mutatja be az 1. ábra. Az 1a és 1b ábra a nem kevert részt, az 1e és 1f ábrák az RMF berendezéssel kevert részt mutatják, a próbadarabok mozgatási sebessége 0,005 mm/s és 0,01 mm/s volt. az 1 és 2 jelű próbadarabok esetében. Az 1a és 1b ábrán megfigyelhető, hogy a próbadarabok nem kevert részén irányított oszlopos (cellás) szerkezet alakult ki hasonlóan az irodalomban található eredményekhez [10]. RMF-fel keverve az olvadékot, az irányított oszlopos szerkezet felbomlott.

Az 1c és 1d ábra a nem kevert részt, az 1g és az 1h a TMF berendezéssel kevert részt mutatja be 0,005 és 0,01 mm/s próbamozgatási sebesség mellett a 3 és 4 jelű próbadarabok esetében. A TMF keverés

nélkül kristályosodott rész szerkezete irányított, oszlopos/cellás lett, amely az áramlás hatására ekvixiális alakult át.

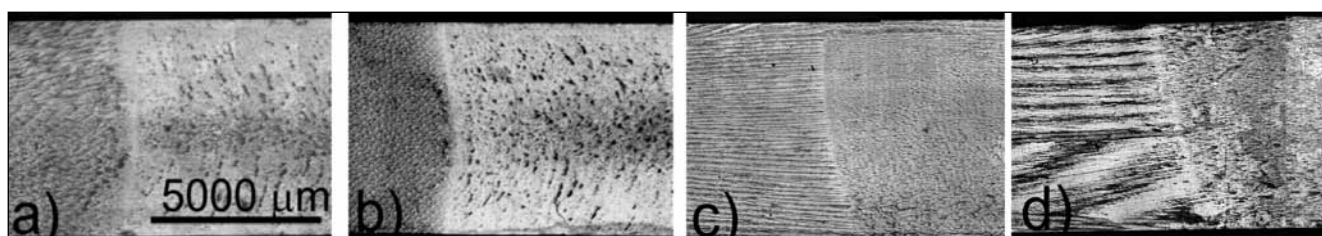
A 2. ábra a kevert és nem kevert részek közötti átmeneti zónát mutatja. A 2a és b. ábra az RMF berendezéssel kevert részek szerkezetét mutatja be 0,005 mm/s és 0,01 mm/s mozgatási sebességgel a 3 és 4 jelű próbadarabok esetében. Minkét esetben a keverés során az irányított oszlopos szerkezet felbomlott, a kevert részekben ekvixiális szerkezet alakult ki és létrejött az előző kísérleteknél már tapasztalt „karácsonyfa” mikroszerkezet. Az ábrán a világosabb területek a priméren kristályosodott Sn-szilárd oldat (α -fázis), a „karácsonyfa” szakadozott ágai (sötétebb foltok) a kristályosodás végén keletkezett és a lehűlés során eutektoidosan átalakult CdSn₄ vegyület szilárd oldata [9].

A 2c, d ábrák a kevert és nem kevert részek közötti átmeneti zónák szerkezetét szemléltetik 0,005 mm/s és 0,01 mm/s haladó mágneses mező (TMF) segítségével történt keverés esetén. Megállapítható, hogy a

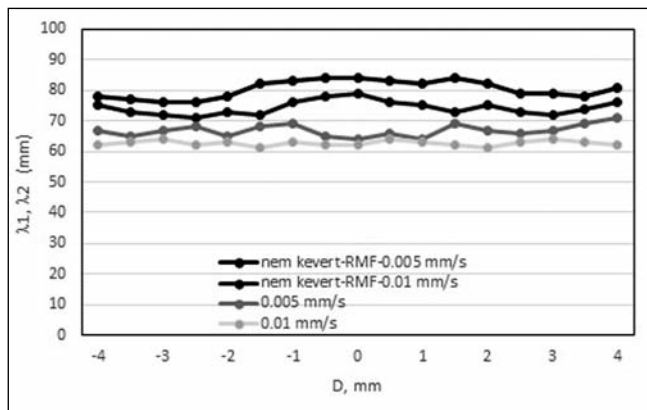
keverés hatására az irányított kristályos szerkezet felborult, ekvixiális szerkezet alakult ki, de nem jött létre a „karácsonyfa szerkezet”.

3.3. Mikroszerkezet

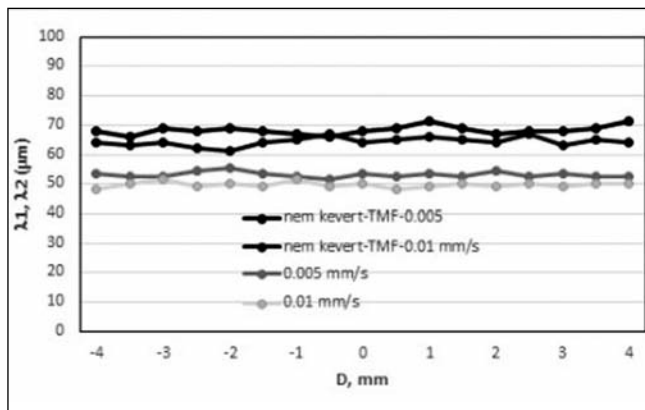
A nem kevert részben az α -szilárd oldat oszlopos/cellás mikroszerkezetű, a kevert részben cellás és dendrites közötti, átmeneti mikroszerkezetű. A nem kevert részben meghatároztuk a cellatávolságot (λ_1), a kevert részben az ekvixiális α -fázis jellemző nagyságát (λ_2) (3. és 4. ábra). A mérést elvégeztük a nem kevert részben az átmenet előtt 20 mm-re, a kevert részben az átmenet után 20 és 60 mm-re, mindkét sebességnél. A kevert részben 20 és 60 mm-nél a λ_2 értéke gyakorlatilag megegyezett mind RMF, mind TMF esetében. A keverés hatására RMF esetében 0,005 mm/s és 0,01 mm/s sebességeknél 16%-kal csökkent a cellatávolság. TMF esetében 0,005 mm/s és 0,01 mm/s sebességeknél 23%-kal csökkent az ekvixiális α -fázis jellemző nagysága.



■ **2. ábra.** A nem kevert/kevert átmeneti rész mikroszerkezete. a) 0,005 mm/s, RMF; b) 0,01 mm/s, RMF; c) 0,005 mm/s, TMF; d) 0,01 mm/s, TMF



■ 3. ábra. Cellaméret változása nem kevert és az ekvixiális α -fázis jellemző mérete forgó mágneses térben kristályosított próbáknál RMF esetén



■ 4. ábra. Cellaméret változása nem kevert és az ekvixiális α -fázis jellemző mérete haladó mágneses térben kristályosított próbáknál TMF esetén

3.4. Makrodúsulás

Az olvadékokban a forgó- és haladó mágneses mezők különböző áramlások kialakulását eredményezik. Az olvadékokban a forgó mágneses tér hatására kétféle áramlás alakul ki. Az olvadék áramlik a próba tengelye körül (primer áramlás) és a tengellyel párhuzamosan (szekunder áramlás). A primer áramlás sebessége egy nagyságrenddel nagyobb, mint a szekunder áramlásé [13]. A primer áramlás hatására a nagyobb Cd-koncentrációjú olvadék a próba tengelye irányába áramlik, ott az olvadék feldúsul, létrehozva a „karácsonyfa” törzsét és az ágakat. A törzsben a koncentráció nagyobb, a törzs és az ágak közötti tartományban a koncentráció kisebb, majd az ágakban ismét nagyobb, mint a helyi átlag (5. és 6. ábra).

A minimális és maximális koncentrációk közötti különbség az olvadék/szilárd front haladási sebességének növekedésével csökken, mivel a

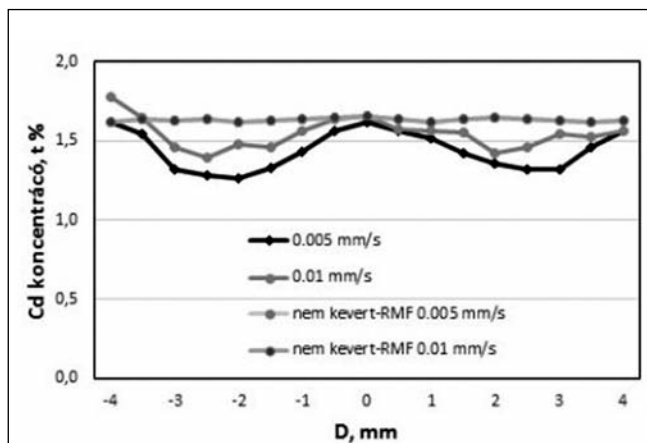
nagyobb sebesség esetén kevesebb idő áll rendelkezésre a dúsulás kialakulásához. A szekunder áramlás hatására a kadmiumban dúsabb olvadék a tengely mentén felfelé áramlik, helyére kadmiumban szegényebb olvadék kerül. Ennek eredményeként keverés bekapcsolásának helyén az átlagkoncentráció hirtelen lecsökken az ötvözet átlagkoncentrációja alá. A bekapcsolás helyétől 20 mm távolságban a Cd-koncentráció átlaga 0,005 mm/s kristályosodási sebesség esetén 1,44, 0,01 mm/s-nál 1,55%. Mindkét esetben kisebb, mint az ötvözet átlag Cd-koncentrációja. Távolodva a keverés bekapcsolásának helyétől az átlagkoncentráció nő, meghaladja az ötvözet átlagkoncentrációját. A fronttól 60 mm-re (gyakorlatilag a próba végén) az átlagok 0,005 mm/s-nál 2,28, 0,01 mm/s-nál 2,46. Nagyobb sebességnél mind az átlag csökkenése mind a növekedése kisebb, mint kis sebességnél. Ennek a magyarázata ugyanaz, mint a primer áramlásnál, a

makrodúsulás kialakulásához kevesebb idő áll rendelkezésre.

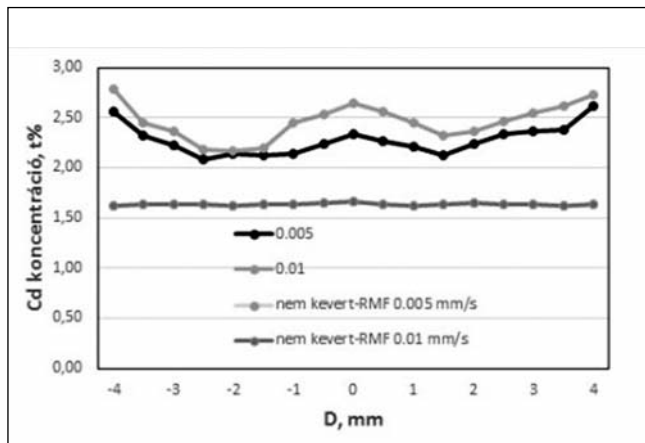
A haladó mágneses tér hatására függőleges áramlás alakul ki, amely során az olvadék áramlik a próba hossz tengelye mentén. Ez az olvadékáramlás jellegében jobban hasonlít a gravitációs mező által létrehozott áramláshoz és ez az áramlás nem hozott létre számottevő makrodúsulást.

A haladó mágneses mezővel kevert darabok esetében a darab közepe és a felsugár koncentrációja között nincs szignifikáns különbség. A 7. ábra bemutatja, hogy 20 mm-re a keverés bekapcsolásának helyétől, az átlagkoncentráció mindkét sebességnél – 0,005 mm/s-nál 1,31, 0,01 mm/s-nál 1,55 – kisebb, mint az ötvözet átlagkoncentrációja, mert az áramlás elszállította a nagy koncentrációjú olvadékot a próba teteje irányába.

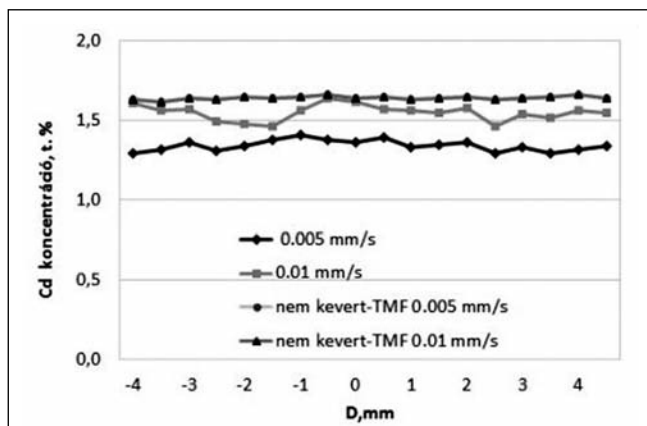
Távolodva a keverés bekapcsolásának helyétől, az átlagkoncentráció nő, meghaladja az ötvözet átlagkoncentrációját. A 8. ábra mutatja, hogy a



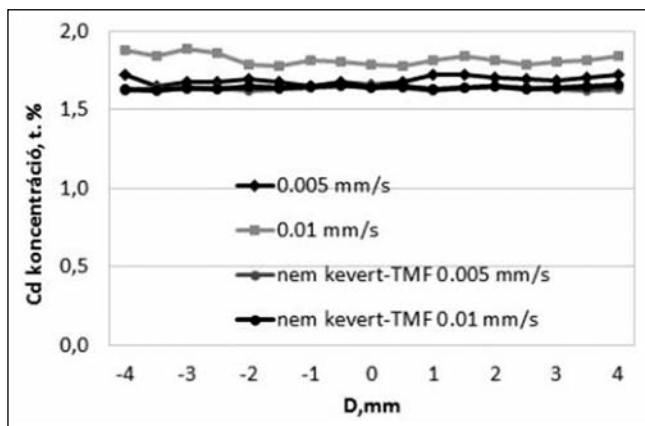
■ 5. ábra. A Cd-eloszlás RMF-es darabok esetén, a keverés bekapcsolásától 20 mm-re



■ 6. ábra. A Cd-eloszlás RMF-es darabok esetén, a keverés bekapcsolásától 60 mm-re



■ 7. ábra. A Cd-eloszlás TMF-es darabok esetén, a keverés bekapcsolásától 20 mm-re



■ 8. ábra. A Cd-eloszlás TMF-es darabok esetén, a keverés bekapcsolásától 60 mm-re

fronttól 60 mm-re az átlag 0,005 mm/s-nál 1,68, 0,01 mm/s-nál 1,83.

A sebesség növekedésével a hatás csökken, mert kevesebb idő áll rendelkezésre a folyamathoz.

4. Következtetések

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható:

- A mágneses tér használata nélkül kristályosodott rész szerkezete irányított, oszlopos cellás lett, amely az áramlás beindításával ekvixiálissá alakult át.
- Az áramlás következtében az ekvixiális szerkezetben lévő α -fázis jellemző mérete mindkét esetben finomodott. A forgó mágneses térben kristályosított próbák esetében az α -fázis jellemző mérete csökkent, amelyet az áramlás hatásán túlmenően a Cd-koncentráció növekedése is befolyásolt. A haladó mágneses térben kristályosított próbákban az α -fázis jellemző mérete szintén csökkent.
- A forgó mágneses tér (RMF) következtében keletkező áramlás miatt a próba sugár- és tengelyirányában erős makrodúsulás jött létre. A haladó mágneses tér (TMF) által keltett függőleges áramlás nem hozott létre jelentős makrodúsulást.
- Az RMF és TMF mágneses tér használata nélkül kristályosodott rész szerkezete irányított, oszlopos/cellás lett, amely az áramlás hatására ekvixiálissá alakult át. RMF-fel keverve az olvadékot, kialakult az ún. „karácsonyfa” mikroszerkezet. TMF-fel keverve az olvadékot, az oszlopos szerkezet felborul és ekvixiális szerkezet kristályosodik, de nem alakul ki az ún. „karácsonyfa” szerkezet.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka a MICAST-HUNGARY MAP Nemzetközi Project az Európai Unió finanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] A. Noeppel, A. Ciobanas, X. D. Wang et al.: Influence of forced/natural convection on segregation during the directional solidification of Al-based binary alloys, *Metalurgical and Materials Transactions B* 41(1), 2010, pp. 193–208.
- [2] F. D. Bai, M. H. Sha, T. J. Li, L. H. Lu: Influence of rotating magnetic field on the microstructure and phase content of Ni–Al alloy, *Journal of Alloys and Compounds* 509 (2011) 4835–4838.
- [3] Z. Chen, X. L. Wen, C. L. Chen: Fluid flow and microstructure formation in a rotating magnetic field during the directional solidification process, *Journal of Alloys and Compounds* 491 (2010) 395–401.
- [4] J. J. Guo, X. Z. Li, Y. Q. Su, S. P. Wu, H. Z. Fu: Formation mechanism of band structure and phase selection during directional solidification of peritectic alloys, *Acta Metallurgica Sinica* 41 (2005) 599–604.
- [5] L. Wang, Jun Shen, Ling Qin, Zhourong Feng, Lingshui Wang, Hengzhi Fu: The effect of the flow driven by a travelling magnetic field on solidification structure of Sn–Cd peritectic alloys, *Journal of Crystal Growth* 356 (2012) 26–32.
- [6] L. Wang, Jun Shen, Zhao Shang, Hengzhi Fu: Preparation of gra-

dient material in Sn–Cd peritectic alloy using rotating magnetic field, *Journal of Crystal Growth* 375 (2013) 32–38.

- [7] L. Wang, J. Shen, Z. Feng, H. Fu: Effect of rotating magnetic field on microstructure formation of directionally solidified Sn–1.6 Cd peritectic alloy, *Applied Physics A* 113 (2013) 177–183.
- [8] H. Yasuda, N. Notake, K. Tokieda, I. Ohnaka: Periodic structure during unidirectional solidification for peritectic Cd–Sn alloys, *Journal of Crystal Growth* 210 (2000) 637–645.
- [9] W. J. Boettinger: The structure of directionally solidified two-phase Sn–Cd peritectic alloy, *Met. Trans* 5, (1974) 2023–2031.
- [10] Svéda M., Sycheva A., Kovács J., Rónaföldi A., Roósz A.: The effect of rotating magnetic field on the solidified structure of Sn–Cd peritectic alloys, *Materials Science Forum* 2014, 790–791: 414.
- [11] A. Rónaföldi, J. Kovács, A. Roósz: Investigation and visualisation of melt flow under rotating magnetic field, *Transactions of the Indian Institute of Metals* (2–3) pp. 213–218. (2007)
- [12] R. Trivedi, J. S. Park: Dynamics of microstructure formation in the two-phase region of peritectic systems, *Journal of Crystal Growth* 235 (2002) 572–588.
- [13] G. Zimmermann, A. Weiss, Z. Mbaya: Effect of forced melt flow on microstructure evolution in AlSi7Mg0.6 alloy during directional solidification, *Materials Science and Engineering A*, 413–414 (2005) 236–242.

VERŐ BALÁZS – CSIZMAZIA JÁNOS – JANÓ VIKTÓRIA – RÉGER MIHÁLY

Az eutektikus ötvözetek öntvényeinek dermedése

A dolgozatban a szerzők az eutektikus ötvözetek öntvényeinek dermedését elemzik. Megállapítják, hogy az öntvény anyagának dermedésében a termikus és az összetételi túlhűlés egyaránt szerepet játszik. Az eutektikus összetételű olvadék ΔT túlhűlés mellett lejátszódó dermedési folyamatának hajtóerejét a dermedési front előtt lévő olvadék tényleges (T) hőmérséklete és ennek összetétele által meghatározott likvidushőmérséklete (T_L) közötti különbségre vezetik vissza. Amennyiben adott tartományban $T_L > T$, akkor a folyamat ΔG hajtóereje a dermedési fronttól távolodva nő, ami egyben a növekedés termodinamikai feltételét jelenti. Az elemzés a lemezes eutektikum képződésére vonatkozik.

1. Bevezetés

Előző két dolgozatunkban [1, 2] a színtémek és a szilárd oldatos ötvözetek öntvényeiben lejátszódó dermedési folyamatot elemeztük. Megállapítottuk, hogy az olvadék/szilárd fázis határfelülettől az öntvény közepvonala felé haladva a folyamat hajtóerejének, a ΔG szabadentalpia-különbségnek növekednie kell. Ez a feltétel eltérő módon valósul meg a tiszta fémek és a szilárd oldatos öntvények dermedésekor.

A tiszta fémek dermedésekor a kristályosodási frontban az olvadékban a felszabaduló dermedési hő

hatására negatív hőmérsékleti gradiens alakul ki, és így az olvadék egy bizonyos térfogatában a termikus túlhűlés és a vele egyértelmű kapcsolatban lévő szabadentalpia-különbség is növekedni fog. Szilárd oldatos ötvözetekben, elsősorban a növekvő dendritek csúcsa előtt az ötvözőelemek lassú olvadékbeli diffúziója miatt kialakul az ún. összetételi túlhűlés, amelynek eredményeképpen még pozitív olvadékbeli hőmérsékleti gradiens mellett is teljesülhet a növekedés termodinamikai feltétele [3], nevezetesen

$$\Delta G \text{ nő, ha } x \text{ nő} \quad (1)$$

ahol ΔG – az olvadék és a kristályos fázis közötti szabadentalpia-különbség,

x – helykoordináta, általában a dermedési fronttól mért távolság. A dermedési front helyzetét az öntvény falához viszonyítva x_0 jelöli a későbbiekben.

Az eutektikus ötvözetek öntvényeiben lejátszódó dermedés tárgyalásakor arra keresünk választ, hogy az (1) szerint megfogalmazott feltétel hogyan teljesedik.

2. Eltérések és hasonlóságok

A tiszta fémek és a szilárd oldatos

ötvözetek öntvényeinek dermedési folyamatait az $x = x(t)$, a $T = T(x, t)$ és a $T = T(x, t_i)$ egymással szorosan összefüggő függvények kapcsolatrendszerében elemeztük.

A tiszta fémek öntvényeinek dermedési folyamatának termikus viszonyait a termodinamikai feltételt egyértelműen és közvetlenül megjelenítő $T = T(x, t)$ kapcsolatból kiindulva és az $x = x(t)$ kéregnövekedési törvényt segítségül véve tárgyaltuk. A három függvénykapcsolatban t jelöli a dermedési időt, míg az i alsó indexszel a kérdéses változó konkrét értékét jelöltük. Megállapítottuk, hogy – a várakozással ellentétben – a $T = T(x, t)$ lehűlési görbén nincs izoterm szakasz, és a $T = T(x, t)$ és a $T = T(x, t)$ diagramok jellegüket tekintve hasonló lefutásúak. Másképpen megfogalmazva ez azt jelenti, hogy a tiszta fémekben az oszlopos dendritek növekedése lényegében véve határfelületi jelenségként értelmezhető. A dendritek növekedésének ebben a szakaszában ugyanis nem jelölhető ki az a térfogatrész, amelyre nézve a Gibbs-féle fázisszabály 0 szabadsági fokot adna eredményül. (Megjegyzés: a Gibbs-féle fázisszabálynak az adott esetre való alkalmazása egyébként is számos problémát vet fel, hiszen nem végtelen lassú lehűlés mellett vizsgáljuk a jelenségeket.) Az eutektikus ötvözetek dermedési folyamata a színtémek dermedéséhez abban hasonlít, hogy egyensúlyi körülmények között mindkét ötvözet típus dermedése nonvariáns folyamatot jelent. A két ötvözet típus lehűlési görbéje alakjukat tekintve megegyezik, de az eutektikus ötvözetek lehűlési görbéjén az izoterm szakasz mindig kisebb hőmérsékleten van, mint az eutektikumot alkotó két színtém olvadáspontja közül bármelyiké.

Verő Balázs és **Janó Viktória** szakmai életrajzát a 2016/2., **Csizmazia János** szakmai életrajzát 2015/1. számunkban közöltük.

Réger Mihály 1985-ben szerzett kohómérnöki diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán. Először iparvállalatoknál dolgozott, majd kutatómérnökként a csepeli AGMI-ban és a VASKUT-ban. Ebben az időszakban kezdett foglalkozni az acélok kristályosodásának és a folyamatos öntés technológiájának komplex témakörével, kutatási eredményeit PhD, majd akadémiai doktori értekezésben összegezte. Az Óbudai Egyetem és jogelőd intézményeiben 1992 óta különböző beosztásokban végző oktatói és tudományos tevékenységét, jelenleg az egyetem rektori feladatait látja el.

A szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedési folyamatát az öntvény adott pontjában érvényesülő $T = T(x_i, t)$ lehülési görbe feltételezett alakjából kiindulva tárgyaltuk, és megkülönböztettük a dendritcsúcs (x_{cs}) és a dendrittörzs (x_t) időbeli növekedését leíró függvényt.

Az $x_{cs} = x_{cs}(t)$, az $x_t = x_t(t)$, valamint a $T = T(x_i, t)$ görbék segítségével megszerkeszthető $T = T(x, t_i)$ görbék alakja nagy hasonlóságot mutatott a $T = T(x_i, t)$ görbékkel. (Megjegyezzük, hogy a színfémek öntvényeinek dermedésekor a $T = T(x, t_i)$ görbék alakjából indulunk ki.) Ez az eredmény összhangban van a tiszta fémek esetére kapottal.

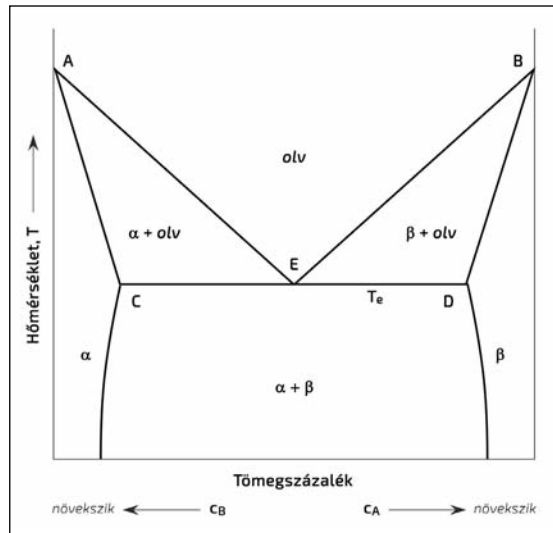
A dendritek növekedésekor a viszonylag csekély hőhatás miatt a dendritcsúcsnál nem alakul ki negatív hőmérsékleti gradiens, és ezért a termikus viszonyok önmagukban nem tudják biztosítani a növekedés feltételeit. Ehhez – amint arra már utaltunk – csak az ötvözőfém lassú olvadáskbéli diffúziója által irányított összetételi túlhűlés teremti meg a lehetőséget még pozitív hőmérsékleti gradiens esetén is.

Az eutektikus dermedési folyamatnak mélyebb ismerete nélkül is könnyen belátható, hogy az eutektikumot alkotó két szilárd oldatfázis és az olvadék érintkezési határán szükségszerűen fellép az összetételi túlhűlés lehetősége, legyen az adott helyen a hőmérsékleti gradiens akár pozitív, akár nulla, vagy akár negatív.

A szilárd oldatos és az eutektikus ötvözet dermedése között egyensúlyi körülmények mellett a szabadsági fokok számában van eltérés. Arra a kérdésre, hogy az eutektikus dermedéskor a lehülési görbén annak nonvariáns jellege megmutatkozik-e, csak a dolgozat végén adunk választ.

3. Az eutektikus dermedés folyamata

A 2. fejezetben bemutattuk, hogy a tiszta fémek és a szilárd oldatos ötvözetek öntvényeiben lejátszódó dermedés folyamatával kapcsolatos megállapítások részben figyelembe vehetők az eutektikus ötvözetek dermedése-



■ 1. ábra. Egy kétalkotós eutektikus rendszer egyensúlyi fázisdiagramja. Az A és B alkotó egymással szilárd oldatot is képez

kor is. Mint látni fogjuk, az eutektikus ötvözetek dermedésekor egyes tényezők hatása még egyértelműbben kirajzolódik, mint a korábban tárgyalt két esetben.

Hangsúlyozva, hogy az öntvényekben lejátszódó dermedési folyamat nem tekinthető egyensúlyi körülmények között lejátszódónak, az elemzést mégis célszerű az 1. ábrán látható egyensúlyi fázisdiagramból kiindulva elvégezni. (Megjegyzés: az Ag-Cu biner rendszernek pontosan ilyen az egyensúlyi fázisdiagramja.)

Az E pontnak megfelelő összetételű ötvözet egyensúlyi körülmények között a T_E eutektikus hőmérsékleten egyensúlyban van az eutektikumot alkotó két szilárd oldat fázissal (α - és β -fázis, a C és D pontnak megfelelő összetétellel). Ahhoz, hogy az olvadék teljes tömegében megszilárduljon, az olvadéknak ΔT mértékben túl kell hűlnie. Ahhoz, hogy az eutektikus ötvözetek egyensúlyi fázisdiagramjából adódó megállapításokat az ilyen típusú ötvözetek dermedési folyamatára is alkalmazhassuk, figyelembe kell vennünk azt a körülményt, hogy a túlhűlés mértékével arányosan módosul a két likviduszgörbe helyzete is. Ennek okát és következményeit a későbbiekben részletesen tárgyaljuk.

Az eutektikumot alkotó két fázis, az α - és a β -fázis nem teljesen egyenrangú résztvevői az eutektikum kialakulásának. Az eutektikum két fázisa közül a túlhűlésre kevésbé hajlamos fog először megjelenni az olvadékban. A szilárd oldat és az olvadék

határfelületén az eutektikum másik fázisának csírái már heterogén folyamat eredményeképpen alakulhatnak ki. Az eutektikum szövetszerkezeti jellegzetességeit így tehát a csíráképződés folyamata, valamint az eutektikumot alkotó két fázis közötti határfelületi energia nagysága szabja meg. E két tényező egymáshoz való viszonya alapján változatos felépítésű eutektikumok alakulhatnak ki. Abban az esetben, ha a csíráképződési hajlam nem jelentős, és a határfelületi energia szerepe elhanyagolható, akkor lemezes szerkezetű eutektikum alakul ki. A lemezes szerkezetű eutektikum lemez-

kéi abban az irányban fejlődnek, amelyben a kristálytani orientációtól is függő $\gamma_{\alpha-\beta}$ felületi feszültség a legkisebb. (Megjegyzés: a lemezes szerkezetű eutektikum kialakulásának tárgyalása ismert, de a többi változat kialakulásának szabatos leírása még várat magára.)

Ahogy már említettük, termodinamikailag a lemezes eutektikum képződését tudjuk értelmezni leginkább. Így a továbbiakban csak ezzel az esettel foglalkozunk. Mivel a lemezes eutektikum kialakulásakor a csíráképződés szerepe elhanyagolható, a lemezek növekedését lényegében a dermedési front előtti olvadékban lejátszódó diffúziós folyamatok sebessége határozza meg, az öntvény termikus viszonyai mellett.

3.1. Az eutektikus ötvözetek öntvényeire jellemző $T = T(x, t_i)$ görbe jellege

Hasonlóan a színfémek dermedési folyamatának jellemzésekor alkalmazott sorrendhez, a jelen esetben is a $T = T(x, t_i)$ görbe elméleti megfontolások alapján elfogadott alakjából indulunk ki. Ezt a választást az indokolja, hogy egyensúlyi körülmények között mindkét folyamat nonvariáns. Az eutektikum kialakulásának feltételeként az eutektikus olvadéknak a T_E^s eutektikus hőmérsékletéhez viszonyított ΔT mértékű túlhűlését feltételezzük, ahol T_E^s az s lemeztávolságú eutektikum eutektikus hőmérséklete. A 2. ábrán a $T-x$ koordináta-rendszer-

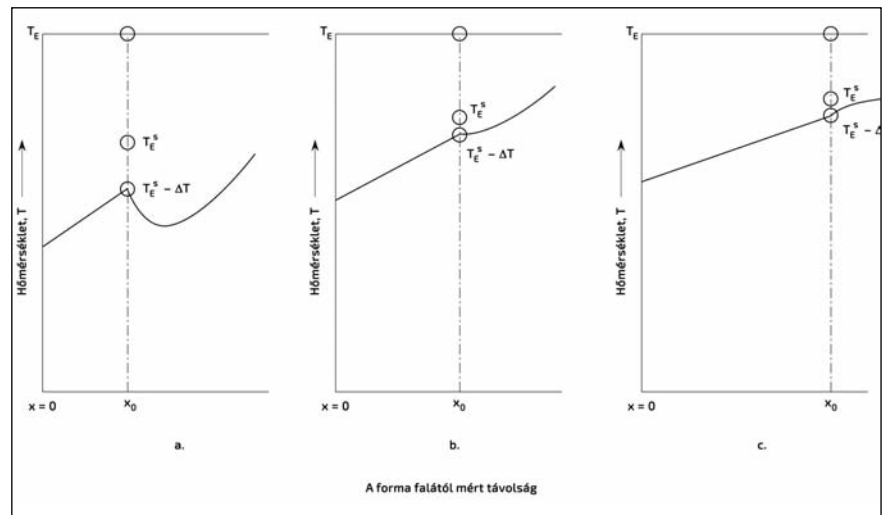
ben ezért a T_E hőmérséklet mellett bejelöltük a T_E^s hőmérsékletet és a ΔT túlhűlési mértéket is. Ez utóbbi két adat csak adott x_0 távolságnál érvényes. Nyilvánvaló tehát, hogy adott t_i időpontban az eutektikumra dermedt olvadék x_0 helyen van. Elvileg három esetet különböztethetünk meg:

- A ΔT mértékben termikusan túlhűlt eutektikus olvadékban a dermedési front előtt negatív hőmérsékleti gradiens alakul ki. Ez a helyzet hasonló a színfémek oszlopos dendritjeinek növekedésekor tapasztalttal. Ebben az esetben a termikus viszonyok önmagukban biztosíthatják a növekedés feltételeit.

- Elvileg az is lehetséges, hogy a dermedési front előtt – egy rövid szakaszon – a hőmérsékleti gradiens értéke nulla, és hasonlóan a színfémek öntvényeinek harmadik zónájában fellépő helyzethez, a lemezes eutektikum növekedése megállhat, és a csíráképződés is újra szerephez juthat.

- A harmadik esetben a dermedési front előtti olvadékban pozitív a hőmérsékleti gradiens, az eutektikum lemezeinek növekedését a front közelében kialakuló összetételi túlhűlés biztosítja.

A T_E , T_E^s eutektikus hőmérsékletnek és a ΔT termikus túlhűlés mértékének pontosabb, az eutektikus der-



■ **2. ábra.** Az eutektikus dermedési frontnál (x_0) kialakuló termikus viszonyok lehetséges esetei. T_E jelenti az egyensúlyi eutektikus hőmérsékletet, T_E^s az s lemeztávolságú eutektikum eutektikus hőmérsékletét, és ΔT a T_E^s -hez viszonyított túlhűlés mértékét. a) x_0 -nál negatív hőmérsékleti gradiens, b) x_0 -nál a hőmérsékleti gradiens értéke nulla, c) x_0 -nál pozitív hőmérsékleti gradiens

medés viszonyaihoz igazodó értelmezését a 3.2. pontban adjuk meg.

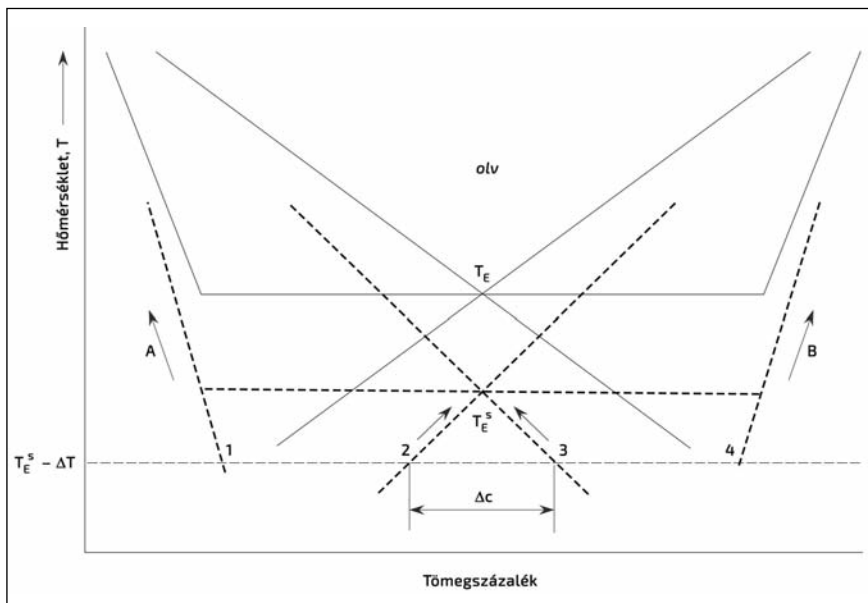
A termikus viszonyokat szimulációs technikával lehet felderíteni, amennyiben ismertek a fizikai és hőtani jellemzők. A szimulációeredmények mérésekkel történő validálása nehézséget okozhat, mert az olvadékba benyúló termoelem – mint heterogén csíráképződési hely – a dermedési viszonyokat és így a termikus viszonyokat is megváltoztathatja. Hangsúlyoznunk

kell azt is, hogy a termikus viszonyok ismerete önmagában nem elegendő az eutektikus dermedés hajtóerejének meghatározásához.

3.2. Az eutektikum dermedési frontja előtti olvadék likvidusz-hőmérsékletének változása, a $T_L = T_L(x)$ görbe jellege

Amint azt a [2] cikkünkben tárgyaltuk, szilárd oldatos ötvözetekben a dendritek növekedésének lehetőségét és az öntött szövet morfológiai jellemzőit a $T = T(x, t_i)$ és a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbe kölcsönös helyzete, egymáshoz való viszonya határozza meg. A $T = T(x, t_i)$ görbe lehetséges lefutásának (lásd 2. ábra) felvázolása után következő lépésként az eutektikus kristályosodásra érvényes $T_L = T_L(x, t_i)$ görbék alakját kell elemeznünk.

Ahogy azt már a 3. fejezetben említettük, hibát követnénk el, ha közvetlenül az egyensúlyi fázisdiagramból indulnánk ki. Ezt elkerülendő, [4] nyomán a 3. ábrán látható diagramot vesszük alapul. Ebben a diagramban vékony folytonos vonallal az egyensúlyi viszonyokat visszatüköröző diagramrészletet tüntettük fel. Lemezes eutektikum kristályosodásakor az egyensúlyi viszonyokat a végtelen nagy lemeztávolság $s = \infty$ fejezi ki. A „nem egyensúlyi” és vastag vonallal jelölt diagram pedig az s lemeztávolság konkrét értékére vonatkozó „egyensúlyi” helyzetet tük-



■ **3. ábra.** Vázlat a lemezes eutektikumot alkotó α és β szilárd oldattal egyensúlyt tartó olvadékok összetételének meghatározásához. A vékony folytonos vonallal ábrázolt egyensúlyi diagram $s = \infty$ lemeztávolságú eutektikum képződésére vonatkozik, míg a szaggatott vonallal jelzett $s < \infty$ lemeztávolságú eutektikum képződésére érvényes. A szaggatott vonallal ábrázolt fázisdiagram vonalai a dermedés során változnak, hiszen ha x_0 nő, akkor $T_E^s \rightarrow T_E$ és $\Delta T \rightarrow 0$

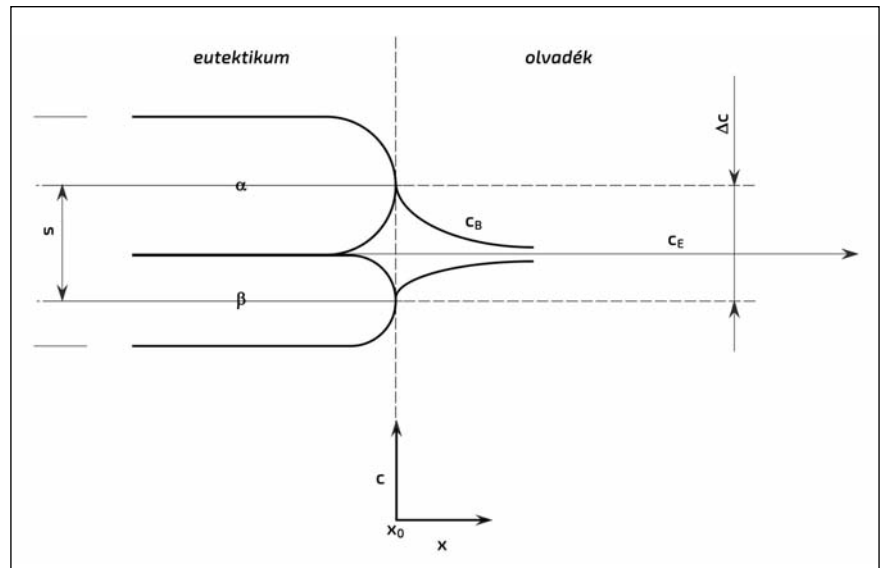
rözi. Jelöljük a szaggatott vonallal jelzett diagramban az eutektikus hőmérsékletet T_E^s -sel. A T_E és a T_E^s hőmérsékletek közötti különbség szolgáltatja azt a szabadenergia-többletet, amelyet a rendszer csíráképződésre és az eutektikumot alkotó két fázis közötti határfelület létrehozására fordíthat.

Nyilvánvaló, hogy az eredeti T_E -nek T_E^s -re való csökkenésével az AE és a BE likviduszgörbék helyzete is módosul, mégpedig AE'-re és BE'-re.

Ahhoz, hogy a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbe alakját meghatározhassuk, először az eutektikumot alkotó két fázissal közvetlenül érintkező olvadék koncentrációját kell tisztáznunk az eutektikum összetételéhez viszonyítva.

Az egymással egyensúlyban levő fázisok koncentrációját a 3. ábra szaggatott vonalakkal jelzett diagramja segítségével lehet meghatározni. Az eutektikumot alkotó α - és β -fázisok az s lemeztávolságú eutektikum kristályosodására vonatkozó egyensúlyi diagram AE' és BE' likviduszgörbéi meghatározta koncentrációjú olvadékokkal tartanak egyensúlyt. A 3. ábrán a vastag vonallal rajzolt likviduszgörbéknek a $T_E^s - \Delta T$ hőmérsékletjelző vonallal adódó metszéspontjai jelölik ki az egyensúlyt tartó olvadékok összetételét. A végtelen lemeztávolságú eutektikum kristályosodásához az egyensúlyi T_E hőmérsékletre viszonyítva ΔT túlhűlésre van szükség, ugyanez a feltétele az s lemeztávolságú eutektikum kristályosodásának, de a viszonyítási alap nyilvánvalóan a T_E^s hőmérséklet. Az ábrán az 1-gyel jelölt pont mutatja az eutektikumban lévő α szilárd oldat, 4-gyel a β szilárd oldat koncentrációját, az α szilárd oldattal, illetve a β szilárd oldattal érintkező olvadék összetételét pedig a 3-mal, illetve 2-vel jelölt pont mutatja. A 3. ábra elemzéséből kitűnik, hogy az α szilárd oldat az eutektikumhoz képest B komponensben gazdagabb, míg a β szilárd oldat ugyanebben a komponensben, tehát a B komponensben szegényebb olvadékkal tart egyensúlyt.

Következő lépésként a dermedési front előtt lévő olvadék összetételének változását kell meghatározni a dermedési fronttól mért távolság függvényében. A dermedési fronttól bizonyos x



■ 4. ábra. A lemezes eutektikum α és β szilárd oldattal érintkező olvadék koncentrációjának a dermedési fronttól mért távolság (x) függvényében való változását bemutató elvi vázlat. Az x_0 helyzetét az eutektikum dermedési frontjának növekedési törvénye határozza meg

távolságra értelemeszerűen az olvadék koncentrációja megfelel az eutektikuménak. A 3. ábrából következik, hogy az α és β szilárd oldattal érintkező olvadék ugyanazon a $T_E^s - \Delta T = T_L$ hőmérsékleten van, tehát a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbe kiinduló pontja egyértelműen definiált. Szükségszerű, hogy – amint azt később fel is tüntetjük – a $T = T(x, t_i)$ görbe is ebből a pontból indul. Az eutektikus dermedési front előtti olvadékban uralkodó koncentrációs viszonyokat a 4. ábra elvi vázlata szemlélteti.

Mielőtt a $T_L(x, t_i)$ görbe jellegének meghatározására áttérnénk, utalnunk kell arra az érdekes körülményre, hogy az eutektikus dermedéskor az eutektikum lemezeinek növekedési irányára merőleges irányban egymás mellett eltérő összetételű olvadékok vannak jelen, egészen addig, amíg a két eltérő összetételű olvadék A és B komponensére vonatkozó koncentrációja el nem éri az eutektikus összetételt. Ennek a megállapításnak az eutektikum növekedésére gyakorolt szerepét meghatározó diffúziós folyamatok szempontjából van jelentősége.

A dermedési front előtti koncentrációs viszonyok tisztázása után már módunk van a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbe jellegének felrajzolására. Ebben ismét csak a 3. ábra egyensúlyi és a nem egyensúlyi, vagyis az s lemeztávolságú eutektikum dermedésére vonatkozó diagrampárt vesszük alapul. Az AE'

és a BE' pontok által meghatározott likviduszgörbék ellentétes meredeksége miatt az α -fázis előtti olvadék B komponensre vonatkozó koncentrációjának csökkenése, illetve, a β -fázis előtti olvadék B komponens koncentrációjának növekedése a mindenkori T_L hőmérséklet növekedéséhez vezet. A T_L likvidusz-hőmérséklet koncentráció-függésének irányát a görbék mellé rajzolt nyilak jelölik. Lényeges, hogy az olvadékok eltérő összetételének ellenére T_L egyértelműen definiált. Az elmondottak alapján a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbe a mindenkori ΔT túlhűlésnek megfelelő $T_E^s - \Delta T$ pontból indul, és aszimptotikusan közelít a T_E^s hőmérsékletre, amint azt az 5. ábra mutatja. Az eutektikus dermedés befejeződésekor a T_E^s hőmérséklet folyamatosan közeledik a T_E hőmérsékletre, ami a lemezek közötti távolság növekedésével jár együtt. Erre a körülményre a dolgozat 3.4. fejezetében térünk vissza.

Visszatérve az egymás mellett lévő, koncentrációjukat tekintve eltérő összetételű olvadékok szerepére, belátható, hogy az eutektikus dermedés folyamatát a növekedés irányára merőleges irányú diffúzió sebessége is befolyásolja. A szilárd oldatos ötvözetek dermedésekor csak a növekedés irányába eső diffúzió sebességét kell figyelembe vennünk. (Megjegyzés: célszerű és egyértelműbb lenne, ha a szilárd oldatos ötvözet dermedésének

tárgyalásakor is módosult helyzetű likviduszgörbét vennénk alapul, lásd a [2] 8. ábráját. A [2]-ben elkövetett „hibát” részben úgy is korrigálhatjuk, ha a figyelembe vett likviduszgörbét eleve szaggatott vonalnak tekintjük.)

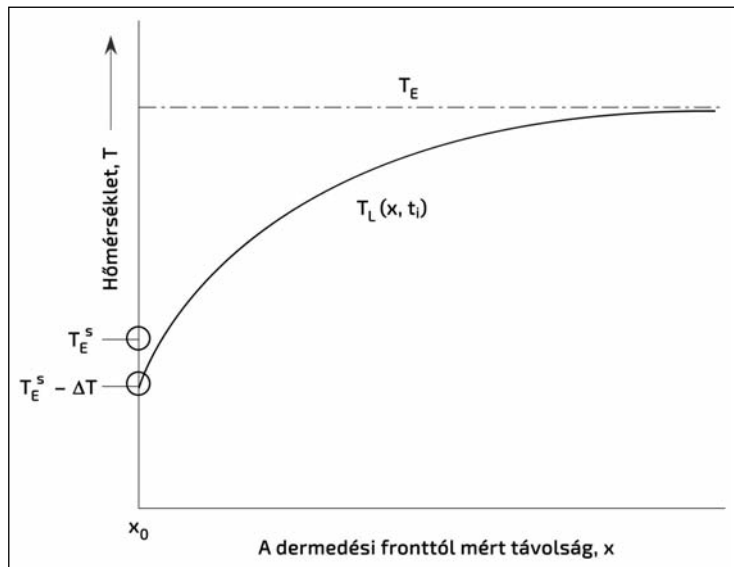
3.3. Az eutektikus kristályosodás ΔG hajtóereje

A $T_L = T_L(x, t_i)$ és a $T = T(x, t_i)$ görbék egymáshoz viszonyított helyzete szabja meg a $\Delta G = \Delta G(x, t_i)$ görbe jellegét. A 3.1. pontban utaltunk már arra, hogy ha a dermedési front előtti olvadékban negatív a hőmérsékleti gradiens, akkor az olvadék lokális koncentrációja által meghatározott likvidusz-hőmérséklet, pontosabban ennek a fronttól mért távolság függvényében való változásának nincs meghatározó szerepe. Amennyiben azonban a front előtti olvadékban a hőmérsékleti gradiens pozitív, az eutektikumot alkotó lemezzék növekedése csak akkor lehetséges, ha

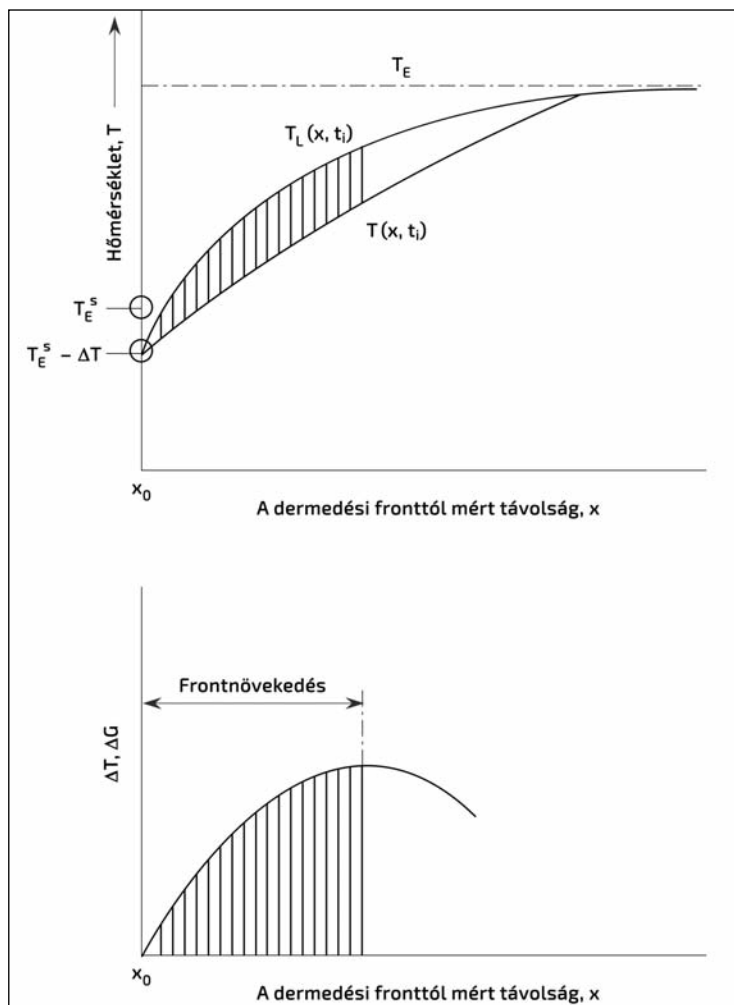
$$\left(\frac{\partial T_L}{\partial x}\right)_{x_0, t_i} > \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x_0, t_i}$$

Ezt a helyzetet tükrözi a 6a ábra elvi vázlata.

Ahhoz, hogy a folyamat hajtóerejét helyesen értelmezzük, feltétlenül utalnunk kell arra a körülményre, hogy a 6. ábra vázlata a dermedés folyamatának adott t_i időpontjához tartozó helyzetét tükrözi. A dermedési folyamat kezdetén a ΔT túlhűlés minden bizonnyal nagyobb, mint annak



■ 5. ábra. Az eutektikus dermedési front előtti olvadék T_L likvidusz-hőmérsékletének változása a dermedési fronttól mért távolság (x) függvényében



■ 6. ábra. Vázlat az eutektikus kristályosodás ΔG hajtóerejének a dermedési fronttól mért x távolság függvényében való változásának értelmezéséhez. a) A $T = T(x, t_i)$ és a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbék kölcsönös helyzete a T - x koordináta-rendszerben. A vonalkázott területben nő a folyamat ΔG hajtóereje. b) A $\Delta G = \Delta G(x, t_i)$ görbe a ΔG - x koordináta-rendszerben. A 6a és 6b ábra görbéinek alakja a dermedés előrehaladása közben folyamatosan változik

későbbi szakaszában, és a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbe kezdeti meredeksége is nagy. Mindaddig azonban, amíg fennáll a (2) egyenlőtlenség, a növekedés feltétele adott. Az is belátható, hogy a dermedés kezdeti, viszonylag gyors szakaszában a front előtti olvadék összetétele már rövid távon megfelel az eutektikus összetételnek.

Az 5. és 6a ábra adott t_i pillanatra vonatkozó vázlatából további fontos következtetések vonhatók le:

- A $T = T(x, t_i)$ és a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbék szűkségszerűen ugyanabból a pontból, nevezetesen a $T_E^s - \Delta T$ hőmérsékletről indulnak.

- A $T_L = T_L(x, t_i)$ görbe aszimptotikusan közelíti a T_E^s „egyensúlyi” eutektikus hőmérsékletet.

- Az eutektikus kristályosodás ΔG hajtóereje addig nő, amíg a $T = T(x, t_i)$ és a $T_L = T_L(x, t_i)$ görbék ordináta értékei közötti különbség nő. Ezt a megállapítást rögzíti a 6b ábrán a sraffozott terület jobb oldali határvonala.

Az 6a és 6b ábra tanulságait összegezve arra a lényeges megállapításra jutunk, hogy az eutektikus ötvözetek kristályosodásának ΔG hajtóerejét a termikus és az összetételi túlhűlés együttesen szabja meg. E két hatás közül azonban az összetételi túlhűlésnek domináns a szerepe, hiszen a termikus túlhűlés mértéke csak a

$T = T(x, t_i)$ és a $T_L = T_i(x, t_i)$ görbék kiinduló pontját határozza meg, míg az összetételi túlhűlés biztosítja, hogy ΔG nő, ha x nő. Amennyiben a T_E és a T_E^s hőmérsékletek közötti különbség, illetve a ΔT termikus túlhűlés megszűnik, akkor értelemszerűen már nincs mód az eutektikum kristályosodására.

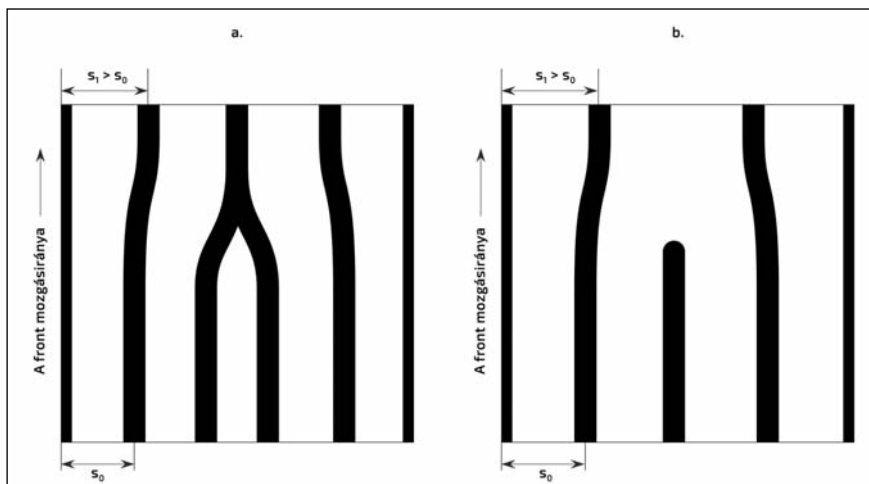
3.4. A lemezes eutektikum morfológiai jellemzőinek változása

A lemezes eutektikum legfontosabb morfológiai jellemzője annak a lemeztávolsága. Mivel az öntvények dermedése során a folyamat hajtóereje pontról-pontra változik, a két szilárd oldatfázis közötti határfelület létrehozására felhasználható szabad entalpia is változik. A 3. és a 6a, 6b ábrák mindegyike alkalmas arra, hogy a lemeztávolság változását értelmezzük. Talán legkézenfekvőbb a 3. ábra szerinti értelmezés, amikor azt állítjuk, hogy az egyensúlyi fázisdiagram csak a végtelen lemeztávolságú eutektikum kristályosodására, míg adott s lemeztávolságú eutektikumra a vastag vonallal jelzett fázisdiagram érvényes. Az eutektikum dermedését meghatározó tényezők mindegyike függ továbbá az öntvény adott pontjában érvényesülő lehűlési sebességtől, és ez a hatás azt eredményezi, hogy az öntvény fala közelében s értéke nagyon kicsi, és az öntvény középvonala felé fokozatosan nő.

A lemeztávolság változásának két lehetséges útja van, az egyiket az az eset képezi, amikor két egymás mellett növekvő azonos fázisú szilárdoldat-lemezke összenő. A másik változatot pedig az képviseli, ha valamelyik lemezke növekedése megszűnik. A 7. ábra ezt a két lehetőséget vázolja fel.

4. Összefoglalás

Ebben és a két előző dolgozatunkban [1, 2] a színtémetek, szilárd oldatos és eutektikus ötvözetek öntvényeiben lejátszódó dermedési folyamatot elemeztük. Mindhárom esetben két alapvető törvényből indultunk



■ 7. ábra. Az eutektikum s lemeztávolságának változási lehetőségei: a) valamelyik szilárd oldat fázis lemezeinek összenövése, b) valamelyik szilárd oldat fázis lemezei növekedésének megszűnése

ki. Az egyik azt fejezi ki, hogy az olvadék \rightarrow kristályos fázis átalakuláskor a ΔG szabadentalpia-különbségnek nullánál nagyobboknak kell lennie. A másik alapelv pedig azt mondja ki, hogy a dermedési front előtt – egy bizonyos távolságon belül – a ΔG hajtóerőnek növekednie kell. Ezt a két feltételt a színtémetek, a szilárd oldatos és az eutektikus ötvözetek kissé eltérő mechanizmus szerint teljesítik.

Az eutektikus ötvözetek dermedésének elemzésekor az ilyen ötvözetek nem egyensúlyi fázisdiagramjából indultunk ki. Megállapítottuk, hogy az s lemeztávolságú eutektikum dermedésének T_E^s hőmérséklete kisebb, mint az egyensúlyi T_E hőmérséklet. Ebből a diagramból az eutektikumot alkotó két fázissal közvetlenül érintkező olvadék összetételét is ki lehet olvasni. Mivel a dermedési fronttól távolodva az olvadék összetétele szükségszerűen megfelel az eutektikus összetételnek, a dermedési front előtti olvadékban koncentrációgradiens alakul ki. Ez a helyzet – a szilárd oldatos ötvözetek dermedéséhez hasonlóan – a dermedési fronttól távolodva a likvidusz-hőmérséklet növekedéséhez vezet. Ez biztosítja a növekedés feltételét még akkor is, ha a dermedési frontnál a hőmérsékleti gradiens pozitív.

Az elemzés lényeges felismerése

az, hogy a dermedés folyamatát dinamikus jelenséggként kell leírni. Ez azt jelenti, hogy a ΔG hajtóerőt meghatározó tényezők a dermedés során folyamatosan változnak. Ez a változás a folyamatot szabályozó termikus és összetételi túlhűlésre egyaránt érvényes.

Az eutektikus ötvözetek öntvényeinek adott pontjában érvényesülő hőmérséklet-változást leíró görbén valószínűleg nem jelentkezik az izoterm szakasz, mert ez a kristályosodási változat – hasonlóan a színtémetek dermedési folyamatához – határfelületi jelenséggként értelmezhető.

Irodalom

- [1] Verő B. és társai: Tiszta fémek öntvényeinek dermedése BKL Kohászat 2016. 149. évf. 5–6. szám 36–47. old.
- [2] Verő B. és társai: Szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedése BKL Kohászat 2017. 150. évf. 2. szám 38–46. old.
- [3] Eckstein, H. J.: Wärmebehandlung von Stahl VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie-Leipzig, 1969 VLN 152-915/24/69 Abschnitt 4. 118–144. old.
- [4] Verő J. – Káldor M.: Fémten, Tankönyvkiadó Budapest, 1977, ISBN 963 17 1798 4. 223–244. old.

Integrált áramköri alkalmazásra szánt Cu-Mn vékonyrétegek mikroszerkezete és mechanikai tulajdonságai

Az integrált áramköri kontaktus és összekötővezeték-alkalmazásokban is perspektivikus Cu-20 at% Mn-ötvözet vékonyréteg-szerkezete és mechanikai tulajdonságai közötti összefüggéseket vizsgáltuk transzmissziós elektronmikroszkópia és nanoindentációs mérések segítségével. A DC magnetron porlasztással előállított réteg oszlopszerű, ~15 nm átmérőjű, a hordozóra merőleges Cu(Mn) szilárdoldat szemcsékből áll, melyek szemcsehatárán amorf Cu-Mn található. A nanoindentációs benyomat helyén az oszlopok töredezetté váltak, bennük számos síkhiba látható. Meghatároztuk a réteg mechanikai tulajdonságait: a réteg keménysége 12,6 GPa, Young-modulusza 99 GPa, rugalmas regenerációjának mértéke 51%. A két fő szilárdságnövelő mechanizmusnak a Frank-Read-források nehezített működését és a Hall-Petch-effektust találtuk.

1. Bevezetés

Az egyre nagyobb teljesítményű mikroelektronikai eszközök fejlesztése a gyártási technológia területén is jelentős újításokat követel. Az integrált áramkörök esetében a fejlesztés egyik fő problémája az egyre kisebb váló (a modern áramkörökben 20 nm körüli) áramköri elemek vezetékezésének megoldása. A vezetékeket a félvezető- és szigetelő elemektől egy ún. barrier réteg választja el, ami megakadályozza a vezetékek anyagának diffúzióját a környező egységekbe. A hagyományos eljárás során Ta/TaN barrieret alkalmaznak, azonban ennek vastagságát nem lehet a kisebb vonalszélességek eléréséhez szükséges 5 nm alá csökkenteni. Újfajta barrier kialakítására az ún. önszerveződő rétegek alkalmazása

adhatna lehetőséget. Az önszerveződő barrier alapötlete, hogy a vezeték anyagát egy erős oxidképző elemmel ötvözik, amely az előállítás során (pl. hőkezelés hatására) a vezeték/dielektrikum határfelületre kiválva diffúziógátló határfelületi réteget képezne [1]. A korábbi kutatások alapján a Mn ígéretes ötvözőnek bizonyult és számos kutatás vizsgálta a barrier képződést SiO₂ felületén [1, 2].

Az alkalmazások szempontjából fontosak a Cu-Mn vékonyréteg-rendszer mechanikai tulajdonságai is. A mikroelektronikában alkalmazott rétegeknek komoly mechanikai követelményeknek kell megfelelniük. Mind a réteg, mind a réteg-hordozó kapcsolata a gyártás során dinamikus és koptató igénybevételnek van kitéve. Az eszközök működése során pedig a feszültség okozta üregek képződés az

egyik fő tönkremeneteli forma [3]. Az irodalomban a Cu-Mn vékonyréteg-rendszerrel kevés mechanikai vizsgálat található. Megvizsgálták azonban a Cu-Mn réteg hordozóhoz történő tapadását [1, 4]. A tiszta Cu könnyen leválik a SiO₂-ről, ugyanezt tapasztalták az egyszerűen felvitt Cu-Mn rétegek esetén is. A barrier kialakítása után azonban a tapadás nagymértékben megjavult. A kiváló tapadás magyarázata, hogy a létrejövő alrétegek nem rendelkeznek éles határfelülettel, valamint a barrier kialakítása során kémiai (kovalens) kötések jönnek létre a határfelületeken keresztül.

A Cu-Mn ötvözet kontaktus anyagként való alkalmazhatóságának megismeréséhez, valamint a megfelelő előállítási paraméterek meghatározásához fontos lehet az egész anyagrendszert alaposabban feltérképezni. Ennek terén még hiányosságok vannak az irodalomban: a Cu-Mn ötvözet vékonyrétegek mechanikai tulajdonságai, illetve a mikroszerkezet hatása a mechanikai tulajdonságokra a teljes összetételskálán még felderítetlen terület. Jelen cikkben, egy kísérletsorozat első részeként 20 at% Mn-tartalmú Cu-Mn vékonyréteg mechanikai tulajdonságait vizsgáljuk, külön figyelmet fordítva a szilárdságnövelésben szerepet játszó mechanizmusok megismerésére.

2. Alkalmazott anyagok és kísérleti módszerek

A Cu-Mn vékonyrétegeket egyenáramú (DC) magnetronos porlasztással növesztettük ultranagy vákuumú berendezésben. A háttérvákuum $<1 \cdot 10^{-5}$ Pa volt, porlasztógázként Ar-gázt használtunk $2 \cdot 10^{-1}$ Pa nyomáson. A kétkomponensű rétegekhez a két targetet (99,999% tisztaságú Cu és 99,95% tisztaságú Mn) külön magnetron forrásba helyeztük.

Hajagos-Nagy Klára 2013-ban szerezte meg MSc-diplomáját a BME Gépészmérnöki Karán. Jelenleg az Anyagtudomány és Technológia Tanszék doktorandusz hallgatója, kutatását az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Vékonyréteg-fizika osztályán végzi. Kutatásaiban ötvözet vékonyrétegek mikroszerkezetét, mechanikai és elektromos tulajdonságait vizsgálja.

Misják Fanni fizikusként szerzett MSc-diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, majd 2010-ben az ELTE Fizika Doktori Iskolájában PhD-fokozatot kapott. Jelenleg az MTA Energiatudományi Kutatóközpont tudományos munkatársa. Fő kutatási területe az ötvözet vékonyrétegek kialakulási mechanizmusainak vizsgálata az előállítási paraméterek függvényében és a szerkezet-fizikai tulajdonságok közötti kapcsolatok feltárása. Intenzíven alkalmazza az elektronmikroszkópia nyújtotta lehetőségeket mind a vékonyréteges, mind más anyagtudományi problémák megoldását célzó kutatásokban.

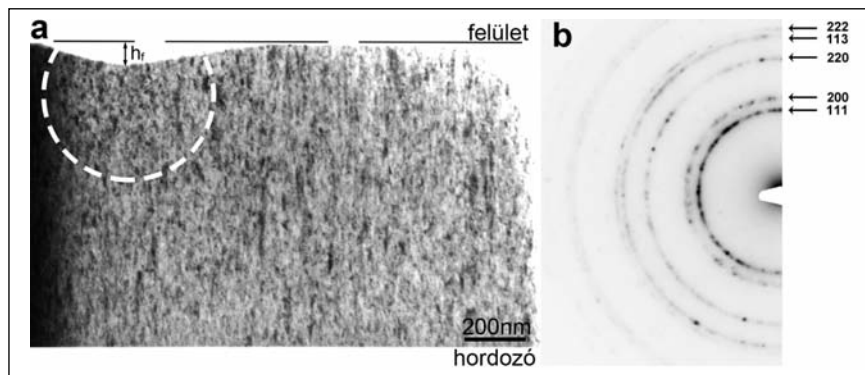
A hordozó Si egykristályon lévő termikus SiO_2 volt. A rétegek kívánt összetételét a két komponens növekedési sebességének szabályozásával érték el, ami a gyakorlatban a magnetronok teljesítményének megfelelő beállítását jelentette [5]. A vizsgálandó 20 at% Mn-tartalmú rétegen kívül két referenciaréteget készítettünk: 100 at% Cu- és 100 at% Mn-tartalommal. Minden réteget szobahőmérsékleten növesztettünk, és vastagságuk egységesen $\sim 1 \mu\text{m}$ volt. A rétegek növekedési sebességét $\sim 0,3\text{--}0,4 \text{ nm/s}$ -nak választottuk.

A rétegek mechanikai tulajdonságait nanoindentációs méréssel vizsgáltuk. A fel-leterhelési görbéket Berkovich-indentorral vettük fel Micro Materials Nanotest 600 típusú berendezésen az ELTE TTK Anyagfizika Tanszéken. A kapott benyomódás (h) – terhelőerő (P) görbékből a keménység és a rugalmassági modulus meghatározását az Oliver–Pharr módszer [6] alapján végeztük. A hordozóhatás kiküszöbölésére a maximális benyomódást a rétegvastagság tizedére korlátoztuk [7]. A terhelőerő $10\text{--}2500 \mu\text{N}$ tartományban mozgott, a terhelési sebesség $\sim 5\text{--}10 \text{ nm/s}$ volt. Minden mintán 50, egymástól $1 \mu\text{m}$ távolságra elhelyezkedő pontban történt mérés. Eredményként a mérési pontokra egyesével kiszámolt értékek számtani középértékét fogadtuk el.

A Cu-Mn rétegek mikroszerkezetének vizsgálatát transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM) segítségével végeztük. Az itt bemutatott mikroszkópos és diffrakciós vizsgálatok egy 200 keV -on működő Philips CM-20 és egy 300 keV -on működő JEOL-3010 elektronmikroszkóppal történtek. Az indentációs benyomat környezetének szerkezetét bemutató metszetek fókuszált ionnyaláb (FIB) technika alkalmazásával készültek [8]. A határolt területű diffrakciós felvételeket a Process Diffraction [9] programmal értékeltük ki.

3. Eredmények és kiértékelésük

Az 1a ábrán a 20 at% Mn-tartalmú réteg keresztmetszeti



■ 1. ábra. A 20 at% Mn-tartalmú minta és az indentációs benyomat keresztmetszete. a) világos látóterű átnézeti kép, b) a réteg diffrakciója

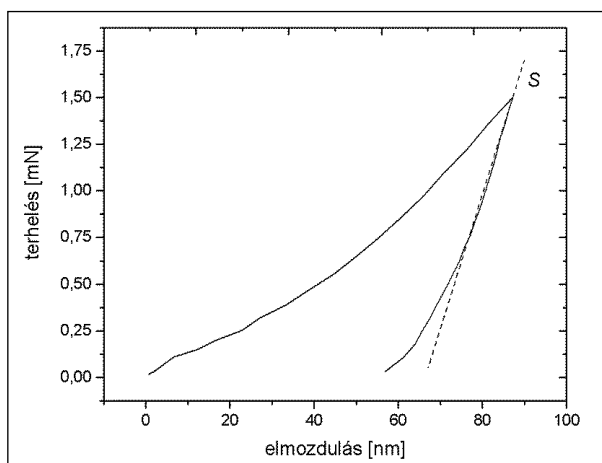
TEM-képe látható. A felvétel egy FIB-technikával kivágott lamelláról készült, a vágás egy indentációs benyomat középső síkjában történt a hordozóra merőlegesen. Megfigyelhető a benyomat geometriája: a benyomat két oldalegyenese a terhelés irányával $\sim 65^\circ$ - és $\sim 77^\circ$ -os szöget zár be, ami megfelel a Berkovich-indentor alakjának. A képen a hordozóra merőlegesen növekedő oszlopszerű szemcséket figyelhetünk meg. A szemcsék mérete: $100\text{--}150 \text{ nm}$ hosszú oszlopok, átmérőjük $\sim 15 \text{ nm}$. A rétegvastagságnál jelentősen rövidebb szemcsék jelenléte arra utal, hogy a szemcsék növekedését egy a felületükön képződő záróréteg megakadályozta és ennek felületén új oszlopok szemcsék kezdtek növekedni. Ez a jelenség az ismételt magképződés, amely egy kisebbségi második fázis kialakulásának tulajdonítható [10]. A második fázis a szemcsék felületén helyezkedik el, korábbi munkánk során amorf Cu-Mn-ként azonosítottuk [5]. Az 1a ábrán az osz-

lophatárok világos kontrasztja sejteti a szemcsehatárokon lévő amorf fázis jelenlétét. Az 1b ábrán a réteg diffrakciója látható, a diffrakciós maximumok az fkk kristályszerkezetre jellemzőek.

A benyomat alatti területet vizsgálva a deformáció nyoma az oszlopszerkezetben mintegy $0,4 \mu\text{m}$ mélységig figyelhető meg (az 1a ábrán szaggatott vonallal körbevett terület). Ebben a térfogatban az oszlopok összetöredeztek. A deformált térfogat a rétegvastagság felső $2/5$ részét öleli fel, így hordozóhatással a keménységmérések kiértékelésekor nem kell számolnunk.

A rétegen végzett nanoindentációs mérések egy tipikus erő-elmozdulás ($P(h)$) görbéje látható a 2. ábrán. A felterhelési szakaszban rugalmas és képlékeny alakváltozás megy végbe, a két tartomány határa nem jelölhető ki. A leterhelési szakaszban az anyag rugalmasan relaxál, szaggatott vonal jelöli a kezdeti meredekséget, melynek segítségével a rugalmassági modulus számítható.

Az 1. táblázatban összehasonlíthatjuk a 20 at% Mn-réteg és a két referencia réteg (Cu és Mn) mechanikai tulajdonságait: a rétegek erő-elmozdulás $P(h)$ görbéiből számított keménység (H), rugalmassági modulus (E), H/E hányados és rugalmas regeneráció ($\epsilon_{\text{rug}} / \epsilon_{\text{képl}}$) értékeket. A Cu-réteg keménysége ($4,1 \text{ GPa}$) jó egyezést mutat az irodalomban található hasonló vastagságú Cu-rétegen mért $3,8 \text{ GPa}$ -os értékkel [11]. 20 at% Mn-tartalomnál a ke-



■ 2. ábra. A 20 at% Mn-tartalmú minta erő-elmozdulás diagramja

ménység a Cu értékéhez képest háromszorosára nő (12,6 GPa), ami feltételezhetően több szilárdságnöveledő mechanizmus együttes eredménye. A Cu-réteg modulusa (101,7 GPa) több irodalmi adattal is megfelelő egyezést mutat [12, 13], a 20 at% Mn-tartalmú minta modulusa (99 GPa) pedig a Cu-réteg modulusának nagyságrendjébe esik. A nanoindentációs mérésekből meghatározható két gyártástechnológiai szempontból is fontos arányszám: a H/E hányados és a rugalmas regeneráció mértéke ($\varepsilon_{\text{rug}}/\varepsilon_{\text{képl}}$). A H/E hányados a réteg kopásállóságáról ad információt [14], jellemzően a 0,1 fölötti értékeket tartják megfelelőnek, ennek a 20 at% Mn-tartalmú réteg megfelel (1. táblázat). A rugalmas regeneráció mértéke közvetetten információt ad a maradó alakváltozásról, ami a gyártás során előforduló folyáshatárt meghaladó igénybevételek miatt fontos. A számított értékek alapján a 20 at% Mn-tartalmú réteg háromszoros rugalmas regenerálódásra képes a Cu-réteggel viszonyítva (1. táblázat).

A TEM-felvételeken megfigyelt morfológiák segítségével meghatározhatjuk, mely szilárdságnövelő mechanizmusoknak tulajdonítható a 20 at% Mn ötvözzel elért 8,5 GPa-os keménységnövekedés. Mivel ezek a mechanizmusok egymással párhuzamosan működnek, így hatásuk összegezzhető:

$$H = H_{Cu} + \sum \Delta H_i = H_{Cu} + \Delta H_{sz} + \Delta H_d + \Delta H_{F-R} + \Delta H_{2,f} \quad (1)$$

ahol H a mért keménység, H_{Cu} a Cu referenciareteg keménysége, ΔH_{sz} a szilárd oldatos keményítés, ΔH_d a szemcseméret csökkentése, ΔH_{F-R} a Frank–Read-források nehezített működése és $\Delta H_{2,f}$ a második fázis által létrehozott keménységnövekedés.

Szilárdoldatos keményítésnél homogén ötvözetkoncentráció esetén az ötvözet szilárdsága a következő módon növekszik [15]:

$$\Delta\sigma = G_{Cu} \cdot \varepsilon^2 \cdot X_{Mn} \quad (2)$$

$$\varepsilon = \frac{r_{Cu} - r_{Mn}}{r_{Cu}} \quad (3)$$

ahol G_{Cu} a Cu nyírási modulusa, X_{Mn} a Mn atomhányada, ε a rácsban keltett rugalmas deformáció és r az adott elem atomsugara. A szilárdság változására a (2) és (3) képletek alapján, $G_{Cu} = 48$ GPa, $X_{Mn} = 0,25$, $r_{Cu} = 0,128$ nm [16] és $r_{Mn} = 0,127$ nm [17] értékek mellett $\Delta\sigma = 0,73$ MPa-t kapunk. A folyáshatár és keménység között háromszoros szorzót feltételezve a szilárd oldatos keményedés $\Delta H_{sz} = 2,2$ MPa növekményt okoz a keménységben, ami három nagyságrenddel kisebb a Cu és a 20 at% Mn-tartalmú réteg közötti 8,5 GPa keménységnövekedésnél. Így a szilárdoldatos keményítés szerepe elhanyagolható.

A szemcseméret csökkenésével a határok fajlagos felülete megnövekszik, így az anyagot felépítő atomoknak nagyobb hányada vesz részt a diszlokációk megállításában. A szemcsefinomítás szilárdságnövelő hatását Hall [18] és Petch [19] mérte meg. A keménységre felírt összefüggés:

$$H_{H-P} = H_0 + \frac{h}{\sqrt{d}} = H_0 + \Delta H_d \quad (4)$$

ahol H_{H-P} a polikristály keménysége, H_0 az egykristály keménysége, d a jelentős diszlokáció mozgás irányába vett karakterisztikus szemcseméret és h a szemcsehatár ellenállását jellemző akadályozási paraméter. Nanokristályos Cu-re meghatározott $h = 316 \text{ MPa}\sqrt{\mu\text{m}}$ [20] értékkel számolva $d = 15$ nm esetén a szemcseméret-csökkenés $\Delta H_d = 2,6$ GPa keménységnövekedést eredményez a tiszta Cu egykristályhoz képest. Tehát a 8,5 GPa-os keménységnövekedés kb. 1/3-a a szemcseméret csökkenésének tulajdonítható.

Nanoszemcsés anyagoknál a Frank–Read-források nehezített működése is szerepet játszhat a szilárd-

ságnövelésben. Ahogy a szemcseméret egy nagyságrendbe kerül a diszlokációforrások méretével, a források megindítása egyre nehezebbé válik, ami növeli a szilárdságot és csökkenti az alakíthatóságot. A Frank–Read-források méretének szemcseméret miatti csökkenésével a hurkok kibocsátásához szükséges feszültség az (5) képlet alapján növekszik [21]:

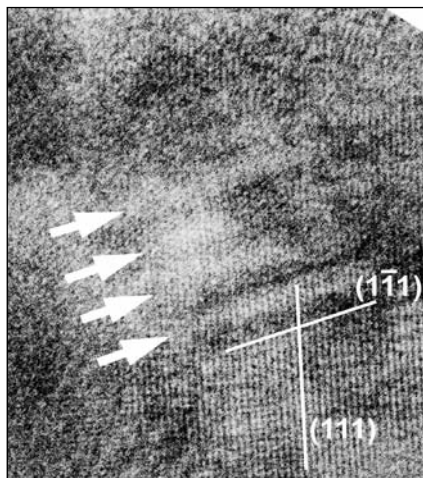
$$\tau = \frac{2 \cdot G_{Cu} \cdot b}{x} \quad (5)$$

ahol τ a forrás megindításához szükséges nyírófeszültség, G_{Cu} a Cu nyírási modulusa, b a Burgers-vektor mérete és x a diszlokációt megkötő két akadály távolsága. A Burgers-vektor mérete a rácsállandóból ($a = 0,3677$ nm az 1b diffrakcióból kiértékelve) számítható: $b = a/\sqrt{2} = 0,26$ nm (fkk rács esetén). Esetünkben a két akadály a két szemcsehatár, így $x = d = 15$ nm. $G_{Cu} = 48$ GPa [16], $b = 0,26$ nm és $x = 15$ nm értékekkel számolva a források megindításához szükséges nyírófeszültség $\tau = 1665$ MPa. Ez alapján a Frank–Read-források nehezített működése $\Delta\sigma_{F-R} \approx 1,67$ GPa szilárdságnövekedést eredményez, ami háromszoros szorzót feltételezve $\Delta H_{F-R} \approx 5$ GPa keménységnövekedésnek felel meg.

Azonban a Frank–Read-források működése parciális diszlokációk révén is megvalósulhat. Erre utal, hogy a deformált térfogatban lévő szemcsékben (oszlopokban) jelentős számú síkhiba található. Egy ilyen területet láthatunk a 3. ábrán. Az ábrán nyilakkal jelölt lamellák vastagsága 5-8 darab (111) sík vastagságának felel meg (kb. 1,1-1,7 nm), hosszukat a kristály (oszlop) mérete korlátozza. A lamellák sűrűsége egyes szemcsékben eléri a $0,1 \text{ nm}^{-1}$ -t, vastagságuk az egy atomrétegtől ($\sim 0,206$ nm) általában 1-2 nm-ig terjed. A parciális diszlokációk Burgers-vektora rövidebb, ezáltal a források megindításához szükséges feszültség is kisebb, (5) képlet. Azonban a síkhibák képződéséhez szintén nyírófeszültségre van szükség, így a Frank–Read-források nehezített működése által okozott keménységnövekedés hozzávetőle-

1. táblázat. A Cu, a 20 at% Mn és a Mn-réteg mechanikai tulajdonságai

Összetétel	H [GPa]	$H_{szórás}$ [GPa]	E [GPa]	$E_{szórás}$ [GPa]	H/E [-]	$\varepsilon_{\text{rug}}/\varepsilon_{\text{képl}}$ [-]
Cu	4,1	0,45	101,7	37,1	0,04	0,17
20 at% Mn	12,6	0,13	99,3	12,9	0,13	0,51
Mn	23,7	0,23	133,7	15,6	0,18	0,88



■ **3. ábra.** A deformált terület egy kristályának nagy felbontású képe. A képen látható lamellák (fehér nyilakkal jelölve) a benyomathoz közeli tartományban helyezkednek el. Az ábrán fehér vonal jelöli az {111} típusú síkok nyomvonalát

gesen egyenlő teljes és parciális diszlokációk esetén.

A második fázis szilárdságnövelő szerepének feltárásához annak speciális elhelyezkedését kell figyelembe venni. A második fázis jelen esetben amorf Cu-Mn, ami a Cu(Mn) szilárdoldat szemcsék határán helyezkedik el, vastagsága 1-2 monoréteg [5]. Szilárdságnövelő hatását úgy fejt ki, hogy nehezíti a deformáció továbbvitelét a következő szemcsébe, azaz növeli a szemcsehatár ellenállását jellemző akadályozási paramétert (h), (4) képlet.

Az egyes mechanizmusok szilárdságnövelő hatását az (1) képlet szerint összegezve a 20 at% Mn-tartalmú réteg számított keménysége a szemcsehatármenti amorf fázis szilárdságnövelő hatása nélkül ($H=11,7$ GPa) elég jól közelíti a mért 12,6 GPa értéket. A számított és mért érték közötti 0,9 GPa különbség legalább részben a szemcsehatárokon lévő második fázis szilárdságnövelő hatásának tulajdonítható.

4. Összefoglalás

Szobahőmérsékleten DC magnetron porlasztással előállított 20 at% Mn-tartalmú Cu-Mn ötvözetréteg mechanikai és szerkezeti tulajdonságait vizsgáltuk. A lehetséges deformációs mechanizmusok feltárásához transzmissziós elektronmikroszkópiával vizsgáltuk egy nanoindentációs benyomat környezetét. A réteg ~15 nm

átmérőjű, oszlopszerű Cu(Mn) szilárdoldat szemcsékből állt, a kisebbségi amorf Cu-Mn fázis a szemcsehatáron helyezkedett el. A benyomat közelében a szemcsék megtörttek, felismerhető volt a deformált térfogat határa a réteg felületétől kb. 0,4 μ m mélységben. A deformált térfogatban jelentős számú síkhiba található, azaz a deformáció részben parciális diszlokációk mozgásával történt. A nanoindentációs mérések alapján meghatároztuk a réteg keménységét (12,6 GPa), rugalmassági modulusát (99 GPa), H/E hányadosát (0,18) és rugalmas regenerációjának mértékét (51 %). Megállapítottuk, hogy a 20 at% Mn-nal történő ötvözés háromszorosára növeli a Cu keménységét és javít a Cu dinamikus és koptató igénybevételekkel szembeni ellenállásán. A keménység növekedése főként a ~15 nm-es szemcseméretnek köszönhető, egyrészt a Frank-Read-források nehezített működése, másrészt a Hall-Petch-effektus miatt. Ezen túlmenően a szemcsehatárokon jelen lévő vékony amorf réteg és ez által a Hall-Petch-összefüggésben szereplő h tényező növekedése is járulékot ad a keménység növekedéséhez.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak az OTKA-K81808 és NN OTKA 112156 projektek keretében az MTA és a NKFIH által nyújtott támogatásoknak. Köszönet illeti dr. Radnóczy Györgyöt támogatásáért és hasznos tanácsaiért, Illés Leventét a FIB mintakészítésért, valamint az ELTE TTK Anyagfizika Tanszéket és Szommer Pétert a nanoindentációs mérésekben nyújtott segítségével.

Irodalom

[1] Koike, J. & Wada, M. Self-forming diffusion barrier layer in Cu-Mn alloy metallization. *Applied Physics Letters* 87 (2005).
 [2] Lozano, J. G. et al. Interdiffusion and barrier layer formation in thermally evaporated Mn/Cu heterostructures on SiO₂ substrates. *Applied Physics Letters* 98 (2011).
 [3] Okabayashi, H. Stress-induced void formation in metallization for integrated circuits. *Materials Science and Engineering: R: Reports* 11, 191–241 (1993).

[4] Gordon, R. G. Chemical Vapor Deposition (CVD) of Manganese Self-Aligned Diffusion Barriers for Cu Interconnections in Microelectronics. *Adv Metall Conf* (2008).
 [5] Misják, F., Nagy, K. H., Lobotka, P. & Radnóczy, G.: Electron scattering mechanisms in Cu-Mn films for interconnect applications. *Journal of Applied Physics* 116 (2014).
 [6] Oliver, W. C. & Pharr, G. M.: An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments. *Journal of Materials Research* 7, 1564–1583 (1992).
 [7] Lichinchi, M., Lenardi, C., Haupt, J. & Vitali, R.: Simulation of Berkovich nanoindentation experiments on thin films using finite element method. *Thin Solid Films* 312, 240–248 (1998).
 [8] Giannuzzi, L. A. & Stevie, F. A.: A review of focused ion beam milling techniques for TEM specimen preparation. *Micron* 30, 197–204 (1999).
 [9] Lábár, J. L.: Consistent indexing of a (set of) single crystal SAED pattern(s) with the Process Diffraction program. *Ultramicroscopy* 103, 237–249 (2005).
 [10] Bama, P. B. & Adamik, M.: Fundamental structure forming phenomena of polycrystalline films and the structure zone models. *Thin Solid Films* 317, 27–33 (1998).
 [11] Zong, R. L., Wen, S. P., Zeng, F., Gao, Y. & Pan, F.: Nanoindentation studies of Cu-W alloy films prepared by magnetron sputtering. *Journal of Alloys and Compounds* 464, 544–549 (2008).
 [12] Read, D. T.: Tension-tension fatigue of copper thin films. *International Journal of Fatigue* 20, 203–209 (1998).
 [13] Spaepen, F.: Interfaces and stresses in thin films. *Acta Materialia* 48, 31–42 (2000).
 [14] Leyland, A. & Matthews, A.: Design criteria for wear-resistant nanostructured and glassy-metal coatings. *Surface and Coatings Technology* 177–178, 317–324 (2004).
 [15] Artinger, I.: Szilárdságnövelés lehetőségei (Kiadatlan egyetemi jegyzet).
 [16] Technical data for Cu, <<http://periodic-table.com/Elements/029/data.html>> (2017.04.05.).
 [17] Technical data for Mn, <<http://periodic-table.com/Elements/025/data.html>> (2017.04.05.).
 [18] Hall, E. O. The Deformation and Ageing of Mild Steel: III Discussion of Results. *Proceedings of the Physical Society. Section B* 64, 747 (1951).
 [19] Petch, N. J.: Cleavage Strength of Polycrystals. *J Iron Steel Inst* 174, 25 (1953).
 [20] Chen, J., Lu, L. & Lu, K.: Hardness and strain rate sensitivity of nanocrystalline Cu. *Scripta Materialia* 54, 1913–1918 (2006).
 [21] Verő, J.: Fémten. 272 (Tankönyvkiadó, 1969).

A Miskolci Egyetem hírei 2017. augusztus–szeptember

• A Műszaki Földtudományi Kar és a Műszaki Anyagtudományi Kar jogelődjén Sopronban, ill. Miskolcon végzetek részére a 2017. szeptember 1-jén tartott díszoklevél-átadó ünnepségen – a Kari Tanács javaslatára – a Szenátus gránit, vas, gyémánt és arany oklevelet adományozott. A díszoklevelet az alább felsoroltak kapták meg.

– **Gránit oklevélben** részesült a József Nádor Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karán Sopronban 1942-ben oklevelet szerzett *dr. Mándoki Andor*.



Dr. Mándoki Andor
gránit okleveles mérnök

– **Vas oklevélben** részesült a Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán 1952-ben oklevelet szerzett tíz fő: *Farkas Lajos Jenő, Dr. Farkas Ottó, Nagy Péter, Raábe Imre, Ürmössy László Kálmán*.



Az 1957-ben végzetek egy csoportja

Nem a helyszínen vette át: *Füzi András, Dr. Kovács Dezső, Kovács László, Szalay Géza Ferenc, Balogh Károlyné Tóth Ilona*.

– **Gyémánt oklevélben** részesült a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán 1957-ben kohómérnöki oklevelet szerzett huszonöt fő: *Czakó Lajos, Dr. Laár Tiborné, Dr. Endrődi Mária, Ferencz József, Fodor László Mihály, Füle Ferenc, Horváth Csaba, Karancz Ernő, Dr. Kúti István, Dr. Mezei József, János, Najsli József, Narancsik Pál, Persik Lajos, Szabó Miklós, Dr. Szarka Zoltánné Szegfű Irén, Dr. Tranta Ferencné Szikszai Márta, Tóth Aurél Dezső, Turcsán*

József, Dr. Voith Márton.

Nem a helyszínen vette át: *Baráz András, Boros Mária (Szűcs Gerszonné), Haller János, Havas Tamás, Kondás Miklós, Szermek Ottó*.

– **Arany oklevélben** részesült a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán 1967-ben oklevelet szerzett negyven fő: *Bak János, Balázs József, Shaufert Tiborné, Birta Mariann, Blaskovics Ferenc Lajos, Bodolai József, Bodrogi Csaba, Boros György József, Cseh István József, Diósi János, Erdei Ferenc, Gönczi Gyuláné Fancsalszki Edit, Dr. Fehér András, Gorondi István Zsigmond, Hegy-megi-Kiss György, Horváth György*



Horváth Csaba és Karancz Ernő átveszi a gyémánt oklevelet



Az 1967-ben végzetek egy csoportja

Róbert, Kállai Gábor, Durányikné Kiss Réka Mária, Dr. Kiss László Zoltán, Dr. Kreká László, Kreszl Miklós József, Kuttor Barnabás, Liptay Péter Pál, Mervó András, Meskó Gyula, Dr. Nyitray Dániel, Plachy György, Semsey István Lajos, Sipos István, Szabó Antal, Szabó Éva, Dr. Tóth Lajos Attila, Dr. Tóth Levente János, Dr. Verő Balázs György, Kovács Zoltánné Zámboreszky Éva.

Nem a helyszínen vette át: Győri Imre, Dr. Horváth Ákos, Mokrai Ödön, Mokrai Ödönné Mura Ilona, Tóth Bertalan, Vida László.

- **Emléklapot** adományozott a Szenátus annak a hét főnek, akik 1952-ben kezdték kohómérnöki tanulmányaikat Miskolcon, diplomájukat azonban csak 1957 után szerezték meg, többjük külföldön: Ivanics Frigyes, Pataki István.

Nem a helyszínen vette át: Dr. Brunner Mihály, Fekete Simon Ottó, Dr. Brunnerné Gerendás Hedvig, Horváthné Rózsahegyi Ibolya, Szij Zoltán.

- A 2017. szeptember 8-i nyilvános ünnepi szenátusi ülésen a következő egyetemi tanári kinevezést és kitételeket adták át:
Egyetemi tanári kinevezés:
Dr. Czél György (Kerámia- és Polimermérnöki Intézet)

Miskolci Egyetem Érdemes Oktatója: Dr. Erdélyi János Péter (Öntészeti Intézet)

Miskolci Egyetem Kiváló Kutatója:

Dr. Kocserha István (Kerámia- és Polimermérnöki Intézet)

Miskolci Egyetem Kiváló Dolgozója: Bán Róbert (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet)
Rektori Dicséret: Ferenczi Tibor (Metallurgiai Intézet)

Rektori Dicséret: Hutkainé Göndör Zsuzsa (Kémiai Intézet)

Kancellári Dicséret: Márkus Zoltánné (Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet)

Kancellári Dicséret: Orosz-Fórizs Nóra (Energia- és Minőségügyi Intézet)
Nemzeti Felsőoktatási Ösztöndíj (2017/18 tanév): Sikora Emőke

- A 2017/18-as tanévre BSc- és MSc-képzésre összesen 97 hallgató nyert felvételt, ami a korábbi évekhez viszonyítva folyamatos növekedést jelent (2014 – 67 fő, 2015 – 78 fő, 2016 – 93 fő).

BSc nappali képzésben 46 fő, (18 duális, 28 hagyományos), levelező képzésben 10 fő kezdte meg tanulmányait, a csökkenés összesen 3 fő.

MSc nappali képzésben 16 fő, levelező képzésben 21 fő folytatja tanulmányait, a növekedés összesen 6 fő.

Elindult a kihelyezett ózdi (nappali tagozatos) BSc-anyagmérnökképzés is.

• A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara harmadik évfolyamán indítja duális képzését, országos lefedettségű partnerhálózatával. A 2017/18-as tanévben 12 partnervállalat összesen 18 elsőéves anyagmérnököt vett fel duális képzésre. A 2017. szeptember 7-én a Miskolci Egyetem XXXV. előadójában megrendezett ünnepélyes szerződés-aláírások előtt dr. Szabó Tamás, a Kar általános dékánhelyettese, majd David Toth a NEMAK Győr Alumíniumöntőde Kft. ügyvezető igazgatója köszöntötte a megjelent diákokat, cégvezetőket, oktatókat. Az aláírt szerződésekhez elsőként Laszák Livia, a Takata Safety Systems Hungary Kft. képzési specialistája gratulált ünnepi záróbeszédében. A Műszaki Anyagtudományi Kar az elmúlt években folyamatosan tudta növelni mind a jelentkezők, mind a felvett hallgatók számát, 2014-hez képest több mint 30%-os emelkedést elérve. Az anyag- és kohómérnökképzések népszerűségének tendenciózus növekedése mögött a Kar stabil, széleskörű ipari háttere áll, amely a duális képzés 2015-ös indulásával és a közös céges-egyetemi beiskolázási rendezvények alkalmával a potenciális jelentkezők számára is egyértelművé vált. Az aláírási ünnepséggel egybekötve a duális képzés, valamint a vállalatokkal történő együttműködés kiemelt fontosságát hangsúlyozva „Duális egyeztető fórum” volt, ahol a vállalatok és az egyetemi vezetők közösen határozták meg a jövőbeni célokat, valamint értékelték az elmúlt évek tapasztalatait.

• A szeptember 29-én rendezett „Kutatók éjszakáján” az előző évhez viszonyítva növekedett a látogatók száma, kb. 4 500-an vettek részt. A rendezvény kiemelt együttműködő partnerei a Bosch, a Takata, a Miskolc Holding és az Evo Soft cégek voltak.

Ez volt immár a második év, amikor már online élőben is követhető volt a rendezvény. A háromórás műsor az egyetem YouTube csatornáján viszszanélezhető.

Harsik Béla

Interjú dr. Dúl Jenő címzetes egyetemi tanárral



Dr. Dúl Jenő 70. születésnapja alkalmából lapunk megbízásából dr. Lengyel Károly interjút készített az ünnepelttel.

Dr. Lengyel Károly (L.K.): *Horn János Életutak könyvsorozatának Föld- és műszaki tudományok I. kötetében életpályád sok részlete megtalálható. Az érdeklődő olvasó végigkövetheti gazdag oktatói és kutatói pályád fontosabb állomásait, eredményeit. Mostani beszélgetésünkben én arra vagyok inkább kíváncsi, hogyan változtak az öntésszakmai felsőoktatás körülményei, s ez mit jelentett a Te életedben. A Horn-könyvből tudható, hogy hatgyermekes iparos családból származol. Kiskörösön születél, majd a család Kalocsára költözött. Kalocsa nem egy iparváros, hogy kerültél egyáltalán az öntészet közelébe?*

Dr. Dúl Jenő (D.J.): Általános iskolás tanulmányaim befejezése után a továbbtanulás nem volt kérdés. Az első, öntészethez kapcsolódó információ édesapám részéről az volt, hogy fiam, ha fás szakmában képzeled el a jövődet, akkor mintakészítő legyél, mert az a fás szakmák csúcsa. Édesapám egyébként órás-ékszerész és vasesztergályos volt, talán ebből a családi indíttatásból akartam gépész lenni.

Ebben az időben már működött és ismert volt a dunaújvárosi Kerpely Antal Kohóipari Technikum, oda adtam be a jelentkezésemet. Gépész

osztályba nem vettek fel, mert kalocsai lévén körzeten kívüli voltam, de választhattam a kohászat és az öntészet között, én az utóbbit választottam. Innen már egyenes út vezetett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára, s a szakosodási lehetőség választásakor az öntész ágazatra. Ez utóbbi döntésemet egy nem túl eredményes elméleti kohásztan vizsga is befolyásolta, mivel ismételtén vizsgáznom kellett Horváth professzor úrnál.

L.K.: *Hogy maradtál az egyetemen?*

D.J.: Ez sok mindennel összefüggött. A nagy távolság miatt egyrészt gond volt a hazautazás, másrészt megismerkedtem a miskolci illetőségű későbbi feleségemmel, akivel a negyedik egyetemi évem után összeházasodtunk. Az akkori öntészeti tanszéken két TDK-dolgozatot is írtam Jónás Pál konzultációs segítségével, a diplomamunkám pedig az alumíniummal ötvöztött hőálló öntöttvasak vizsgálata volt. Talán ezek is közrejátszottak abban, hogy Nándori Gyula professzor biztatott a minisztérium által meghirdetett tudományos továbbképzési ösztöndíj megpályázására. Az eredményes pályázat után az Öntészeti Tanszék kutatócsoportjának tagja lettem az ösztöndíj igénybevételenek idejére, s ez a feleségem miskolci családi kötődésével együtt meghatározta további sorsomat.

Ebben az időszakban dolgozott a tanszéken ösztöndíjas aspiránsként Györök György, az akadémiai kutatócsoport főállású tagjaként és levelező aspiránsként Bakó Károly, aki '72 végén a VASKUT-ba távozott, így Nándori professzor javaslatára az ösztöndíj lejártá előtt megkaptam a helyét és státuszát az akadémiai kutatócsoportban.

Ez tartott 1981 júliusáig, amikor adjunktusi kinevezést kaptam. Ezzel az Öntészeti Tanszék visszakapott egy oktatói státuszt, főállású egyetemi oktató lettem. 1981-től 84-ig MTA ösztöndíjas aspiráns voltam, a ritka földfémek vasöntészeti alkalmazása témában végeztem a kutatómunkámat. Továbbra is részt vettem az Ön-

tészeti Tanszék oktató-kutató munkájában, Nándori professzor elve ugyanis az volt, hogy a tanszék minden dolgozóját a saját szintjének megfelelően be kell vonni minden munkába, legyen az oktatás, kutatás, kísérleti tevékenység, adminisztráció, ábrák rajzolása, előadás írása stb.

Nándori professzornak nagyon jó ipari-szakmai kapcsolatai voltak, aminek eredményeként egyetemi szinten példaértékűen, ugyanakkor irigylésre méltóan sok szerződéses megbízásos munkát kapott a tanszék, ami amellet, hogy jelentős bevételt jelentett, kiterjedt kutatási-kísérleti tevékenységet is biztosított. Jellemző volt, hogy a TDK-dolgozat vagy a diplomaterv egy-egy kutatási feladat része volt, ami nem csak a téma aktualitását biztosította, de a hallgatók felelősségtudatát is.

L.K.: *A kutatási-kísérleti munkát vagy az oktatást végezted nagyobb kedvvel?*

D.J.: Az első tíz évben a kutatási-kísérleti tevékenység volt a meghatározó, oktatási feladatot csak a TDK-dolgozatok és diplomatervek konzultánsi tevékenysége jelentett. Nagyon szerettem a mérési feladatokat a műszerek összeállításától az eredmények kiértékeléséig, s különösen élveztem a számítástechnika öntészeti alkalmazását, amelynek kezdete erre az időszakra tehető. Az oktatásban igazából 1984-től vettem részt, kezdetben a gyakorlati oktatásban, majd Nándori professzor nyugdíjazása után saját tantárgyként a vasöntészetet oktathattam. Ezt követte a nyomásos öntészet oktatása, amelynek anyagát az aaleni három évig folyó oktatásfejlesztési projekt után már én dolgozhattam ki és fejleszthettem tovább.

Több minden szerencsésen összefüött ekkor az életemben. Ez volt az az időszak, amikor a rendszerváltozással együtt pályázati lehetőségek nyíltak meg, akadálytalanná váltak a külföldi tanulmányutak. Első nyugati tanulmányutam három hónapos ösztöndíjas támogatással a Clausthali Egyetemhez kötődött, melynek keretében

Reinhard Döpp professzor támogatásával meglátogathattam Németország minden jelentős egyetemi öntészeti oktatási intézményét és kutatóbázisát és jelentős öntödei üzemeit. Ez nagy hatással volt a további oktatási és kutatási tevékenységre, a nemzetközi kapcsolatokra. Ez volt az az időszak, amikor ugrásszerű fejlődés vette kezdetét a nyomásos öntészetben, s megkezdődött a számítástechnika és a szimuláció öntészeti alkalmazása. Elődeink életében talán soha nem volt olyan léptékű szakmai változás, mint amit a mi életünkben a digitális világba való átmenet jelentett. Az egyetemen még a logarléc kezelését tanultuk, s alig húsz év múlva az Öntészeti Tanszék az egyik első alkalmazója lehetett az öntészeti szimulációnak, amikor egy német projektnek köszönhetően vizsgálhattuk a nyomdagépöntvényekben kialakuló öntési feszültséget és annak csökkentési lehetőségeit.

L.K.: Lehet tudni, hogy mi volt ez? Csak a történeti hűség kedvéért.

D.J.: A németországi Offenbachban egy nagy múltú, papíripari nyomdagépeket gyártó cég, az MAN Roland AG műszaki vezetője foglalkozott azzal, valószínűleg a rendszerváltásból fakadó segítségnyújtás okán, hogy a nagyméretű lemezgrafitos oldalfal és nyomóhenger öntvényeikben a visszamaradó feszültség problémáját magyar segítséggel oldja meg. Az egyetem tudományos rektorhelyettesén keresztül jutottak el a Mechanika Tanszékre, ahol hamar kiderült, öntész is kell a feladat megoldásához. A munkának ebben a fázisában az öntész *Tóth Levente* volt. Az elkészült zárójelentés utolsó mondatában utaltak arra, hogy a feladat megoldására már léteznek szimulációs lehetőségek.

Az MAN Roland így került a szimulációs feladatokat végző RWP GmbH-hoz, akinek egy tesztfeladatot adtak. Mint később kiderült, a feladat megoldása során először alkalmazták az öntészeti szimulációt az öntvényben maradó feszültségek elemzésére. A folytatás az lett, hogy az MAN Roland bérelt egy ilyen szoftvert, egy másikat pedig ingyen kihelyezett a Miskolci Egyetemre, egyrészt hogy a nála felmerülő feladatokat itt oldják meg, másrészt hogy az oktatók és hallgatók megtanulják, elsajátítsák a szimuláci-

ós szoftverrel való tevékenységet. Ez a rendszer egyébként akkor COCOM-listán volt (ha még emlékszünk rá, hogy ez mit takart).

A szoftverhez egyhetes kinti betanulás is tartozott, amelyen már nekem volt szerencsém részt venni. Ezt egy féléves, konkrét feladathoz kötött betanulás követte, amelyről sokat tudnék mesélni. A lényeg, akkor lett problémamentes a munkánk, amikor az egyetem számítóközpontja olyan nagyteljesítményű számítógéppel gyárpodott, amelyen már hálózaton keresztül futtatni tudtuk a programjainkat. Akkor még a szimulációs geometria felépítése több hónapig is eltarthatott, ma a korszerű CAD-rendszerekkel ez pillanatok alatt megvan. Ennek segítségével válhattak az öntészeti szimulációs szoftverek a technológiai tervezés részévé. Ma egy gyakorló mérnöknek a CAD-ismeretek elengedhetetlenek, ezért külön tantárgyként a CAD-öntvényyszerkesztés elsajátításának a feladatait is megteremtették.

L.K.: Az öntészetben mely területeken van még jelentős számítástechnikai alkalmazás?

D.J.: Azzal, hogy az öntészeti gyakorlatban a gépek, képletesen szólva, „átvették az uralmat”, szinte minden fontos technológiai fázisban megteremtődött a számítástechnika alkalmazásának lehetősége, gondolva itt a mérésre (tömeg, hőmérséklet, fém-szint stb.) a termikus elemzésre, a szabályozásra, vezérlésre és a robotizáció lehetőségére. Ma egy olvadékellenőrzés végén, amelyben ember közvetlenül nem vesz részt, csak egy zöld vagy egy piros jelzés jelenik meg a képernyőn attól függően, hogy az olvadék paraméterei megfelelnek-e az előírásnak vagy nem.

A számítástechnika másik fontos alkalmazási területe a technológiai berendezések vezérlése. Egy nyomásos öntőgép elég bonyolult rendszer, esetében külön szoftverek vezérik pl. a kamratöltést, a lövést, a szerszámhűtést, a leválasztóanyag felvitelét, az öntvényelszedést stb. Kihívásnak én ma már a számítástechnika további öntödei alkalmazási lehetőségeinek bővítését tekintem.

L.K.: Ezek után milyen lesz a jövő öntödéje?

D.J.: Az idei öntőnap egyik plenáris előadásán elhangzott, hogy az alkatrészgyártás jövője a 3D-s fémnyomtatás. Sok példát lehet ennek bizonyítására felsorolni, pl. a NEMAK bonni kutatási központjában fémnyomtatással gyártottak már hengerfejet is. Nekem az a véleményem, hogy a fémnyomtatás nem váltja ki az öntvénygyártást. Az öntészet ugyanis olyan alakadó technológia, amelynek alkalmazása során folyékony fémeket juttatnak egy formaüregbe, ahol az megdermedve felveszi a kívánttal megegyező vagy azt megközelítő alakzatot. Lényegesnek tartom, hogy a technológiához szorosan hozzátartozik az a tudáshalmaz is, amely többek között a folyékony fém anyagára, előállítására és tulajdonságaira, a forma anyagára és elkészítésére, felületének védelmére, az öntvény kikészítésére, tulajdonságainak alakítására stb. vonatkozik. Az öntvénygyártás folyamatosan fejlődik és alkalmazza a 3D-s nyomtatást pl. a formaelemek, vagy a gyártóeszközök előállításánál, továbbá a nyomásos öntőszerszámok nagy hőterhelésnek kitett részeit is 3D-s fémnyomtatással készítik, mert a kontúrt követő belső hűtőrendszer csak így állítható elő.

L.K.: Szerinted az internet világában szükség van ennyire speciális szakirányú képzésre?

D.J.: Való igaz, hogy a világhálón elérhető egy jelentős öntészeti tudásbázis tananyaggal, folyóiratcikkekkel és gyakorlati példákkal, de meggyőződésem, hogy ezt csak azok tudják hasznosítani, akiknek alapos elméleti, tanult szakmai ismeretei vannak. Nem nélkülözhető az öntészeti elméleti ismeret, amelyhez egy felsőfokú szakirányú oktatásban részt vevő személy hozzájut, és nem nélkülözhető a hozzá tartozó kiegészítő ismeretek rendszerezett elsajátítása, gyakorlati tapasztalatokkal való kiegészítése sem.

L.K.: Véleményed szerint hiány van-e egyetemi végzettségű öntőszakemberekből?

D.J.: Úgy tapasztalom, hogy manapság egyre többet beszélnek a felsőfokú szakmai képzés feladatáról, főként struktúrájáról. Ezt a kérdéskört annak fényében is kell elemeznünk, hogy hiányzik az olyan tudású szakember, régen technikusnak hívták, aki

ismeri, felügyeli és működteti az öntészeti technológiákat. Hiányukban az ötéves osztatlan egyetemi képzés túl nagy szakmai ugrás, nincs meg az a szintű szakember, akivel a mérnökök által kigondolt szakmai feladatokat lehetne elvégeztetni. Ezért én a kezdetektől pártoltam, hogy az öntészet területén osztott, BSc- és MSc-szintű képzés legyen. Ugyanis a hétféléves BSc-képzés keretében olyan anyagmérnök alapszakos öntész mérnököket képezünk, akik egyrészt klasszikus technikai feladatokat is elláthatnak, ugyanakkor a végzettségüknek megfelelő mérnöki feladatok elvégzésére is alkalmasak. Egyben azt is nagyon fontosnak tartom, hogy sokan közülük az MSc elvégzésére is képesek, és további tanulással alkalmassá válnak az általuk művelt technológia fejlesztésére, kutatási feladatok végzésére.

L.K.: Ezt alátámasztja a hallgatók tananyagok struktúrája is?

D.J.: Meggyőződéseim szerint igen, az ún. „félszakirányos képzés” során a szakmai tárgyak fele öntészeti tárgyú, a másik fele az öntészeti vállalkozások területén jól használható, pl. fémelőállítási (fém- és ötvözetgyártási), hőkezelési, energetikai szakmai ismeretek elsajátítását tartalmazta. 2012-ben változott a rendszer, az öntészeti félszakirányos képzés mellé csak a fémelőállítási félszakirányt lehet felvenni. Sajnos, ez utóbbiban nagyon kevés olyan ismeretanyag van, ami az öntészetben hasznosítható lehet. Ennek ellenére meggyőződéssel állítom, hogy a BSc-szakon végzett hallgatóink kellő mennyiségű és mélységű elméleti öntészeti ismereteket sajátítanak el, viszont a gyakorlati ismereteik eléggé hiányosak. Ezért is tartottuk fontosnak az öntészeti duális képzés bevezetését, ami – örömmel mondhatom – a Nemak Győr Kft. és az öntészeti összefogáshoz csatlakozó öntödék támogatásának köszönhetően megvalósult.

A ma járműipari öntész szakirányos BSc-hallgatók a korábbi öntész félszakirányhoz olyan járműipari öntész félszakirányt kapnak, ami együttesen megfelel a Freibergi Egyetem öntészeti BSc-képzésének. A hallgatók a járműipari öntész félszakirányban kapják meg azokat a könnyűfémön-

tészeti metallurgiai ismereteket, vas- és acélmetallurgiai ismereteket, azokat az öntvényyszerkesztési, hőkezelési és automatizálási ismereteket, amelyek korábban hiányoztak, s amelyek a nálunk végzett mérnökök használható öntész mérnökké teszik. Szerencsénk volt, mert a duális képzés bevezetésekor először duális képzési tervet kellett összeállítani, s ez lehetőséget adott arra, hogy az öntész félszakirány mellé olyan félszakirányos tervet dolgozzunk ki, amely tartalmazza a nagyon hiányzó öntészeti vonatkozású további tárgyakat.

L.K.: A BSc-t végzettek hány százaléka tanul tovább?

D.J.: Előzőleg azt el kell mondani, hogy az általunk meghirdetett MSc-re olyan hallgatók, pl. terméktervezők, gépészek, vegyészek, műszaki menedzserek, de még közgazdászok is jelentkezhetnek, akiknek nincs öntészeti előképzettsége, de olyan környezetben kezdtek dolgozni, hogy szükségük van öntészeti ismeretekre. Erre a mi MSc-képzésünk lehetőséget biztosít. Kettős specializáció van benne, ahogy a diplomás képzésben korábban volt szakirány és ágazat, most van szakirány és kiegészítő szakirány. A szakirány az öntészet, a kiegészítő szakirány lehet pl. minőségbiztosítás, hulladékgazdálkodás, környezetvédelem, tehát általános, technológiától független szakirányok. A BSc-n végzett hallgatóink ezzel olyan kiegészítő szakmai ismereteket kapnak, mely bővíti az elhelyezkedési lehetőségüket. A BSc anyagmérnök öntészet szakirányon végzettek többsége korábban a nyelvvizsga hiánya miatt nem folytatta a tanulmányait az MSc-képzésben. A járműipari öntész szakirányra túljelentkezés van a szakirányválasztásnál, ezért a jobb hallgatók kerülnek hozzánk és az MSc-képzésbe a továbbtanulásuk is nagyobb arányú.

L.K.: Ez a megoldás jelentős együttműködést igényel itt az egyetemen.

D.J.: Igen, ezt sikerült megvalósítani, mert sokan gondolják azt, hogy ez így jó, és jól is működik. Az egészhez az is hozzátartozik, hogy a más szakmai területről MSc-re felvett hallgatóink a kiegészítő szakirány tananyaga helyett a BSc-alapképzés öntészeti

szakmai elméleti anyagát tanulják. Érdekes, hogy az öntész MSc-képzésünkben végzettek nagyobb aránya nem öntész előképzettséggel, s vannak olyanok is, akik más egyetemen kaptak BSc-képzést. Jellemző még az is, hogy nagy részük levelező tagozaton, munka mellett végzi a tanulmányait. Sokak számára kedvező ez a lehetőség, nekünk csak akkor igazán, ha a végzettek az öntészet területén dolgoznak, vagy helyezkednek el.

Az MSc-oktatásunkkal kapcsolatban nem mulasztatom el megemlíteni, hogy 2012-től felére csökkent a terv szerinti kredit számhoz képest a kontaktórák száma, ezzel együtt az öntész szakirányos tantárgyak száma is csökkent, mégpedig félévente egyre, s ezekre is csak heti négy kontaktóra jut. Mindez azt jelenti, hogy az MSc-s hallgatóknak az adott tantárgyhoz, még inkább az elvárt mérnöki tudáshoz tartozó ismeretek háromnegyedét önképzéssel kell megszerezniük. Ezt nem tartom jónak, meggyőződésem, hogy a közvetlen tudásátadásnál kevés jobb tanulási forma működik. Nem beszélve arról, hogy a nevelésben, a példaadásban, a mindennapi élet ügyes-bajos dolgaiban a személyes kontaktus nem pótolható. A doktori képzés öntészeti tématerületen több tantárgyat oktatunk, mint az MSc-szintű kohómérnök-képzés öntészet szakirányon.

Ráadásul az is nehezíti a helyzetet, hogy az MSc területén nincs duális képzés, tehát a hallgatónak, különösen, ha nappali tagozatos, az önképzést egyetemi-vállalati projekteken való közreműködéssel kell megoldani, ami egyfajta gyakorlati tevékenységet biztosít.

L.K.: Véleményed szerint megfelelő mértékű a hazai öntészeti vállalkozások innovációs tevékenysége, áttételesen az MSc-végzettségű öntész fiatalok alkalmazása?

D.J.: A magyar öntészeti vállalkozások innovációja igen széles skálán mozog. A nagyobb vállalkozások, és nem csak az alumíniumöntödék, állandóan fejlesztenek, a kisebbeknél is születhetnek kiemelkedő fejlesztések, innovációk, a nagy átlag azonban csak saját forrásainak felhasználásában bízhat. Szerencsére elég sok öntészeti vállalkozás van ahhoz Magyar-

országban, hogy az öntészet felsőoktatásban résztvevők kivétel nélkül álláshoz jussanak.

Én idén nyáron adtam át az öntész szakirány MSc-szintű vezetését, amelynek létrehozásától kezdve vezető oktatója voltam. Igazán fontos feladatnak mindig azt éreztem, hogy az MSc-hallgatókat tudás, hozzáállás, szemlélet szempontjából mintegy „el kell emelni” a BSc-hallgatóktól, hogy ne csak irányítók, hanem fejlesztők legyenek. Ne elégedjenek meg a tegnapi tudásával, törekedjenek az új alkalmazásokra, ez váljon az életük részévé. Szomorúan látom, hogy sokukban nincs igazán érdeklődés, szakirodalmat alig olvasnak, noha szinte mindenhez hozzá lehet férni a világhálón. Akiben nincs igény a tudás megszerzésére és gyarapítására, ne adj’ isten, a publikálásra, az nem igazán méltó a diplomás mérnök cím viselésére. Vannak azért üdítő kivételek, több olyan közelmúltban végzett kollégát is fel tudnék sorolni, akik tudásuk, ambíciójuk, törekvő magatartásuk alapján rövid idő belül vezető beosztásokat kaptak hazai és külföldi cégeknél.

Szeretnék még egy problémát felvetni a duális képzéssel kapcsolatban, ez pedig az, hogy a duális képzésben BSc-t végzett hallgatók a vállalattal kötött megállapodásuk alapján nem mennek tovább az MSc-re, jó esetben csak levelezőként, ami azt fogja eredményezni, hogy kiüresedik a nappali képzésű MSc, nem lesz utánpótlás a doktoranduszképzésben, és igen nehéz lesz az oktatói utánpótlás is. Ezért is fontos lenne a duális rendszer megvalósítása az MSc-képzésben is.

L.K.: Azt hiszem, alaposan kitar-

gyaltuk a bennünket érdeklő szakirányú oktatást.

D.J.: Nem, nem, még van két gondolatom.

A doktori képzésben még az öntészeti tématerület vezetője vagyok. A MÖSZ 2013. szeptemberi elnökségi ülésén foglalkozott az öntészeti szakterület hosszú távú felső- és középfokú szakember-ellátottságának helyzetével és a doktoranduszok képzését a szakterület jövője szempontjából nem tartotta egyértelműen sikeresnek. Ezt a témát sikerült *dr. Bakó Károllyal* személyesen is megbeszélni, ugyanis ő az öntészeti szakterületen PhD-fokozatot szerzett 12 kolléga doktorrá válásának elősegítésében elévülhetetlen érdemeket szerzett. A doktori képzés megítélését én a doktorandusztanulmányokat védéssel befejező és a képzésben valameddig (többször az abszolutóriumig) eljutó, védés nélküli személyek aránya alapján ajánlom. Az öntészet tématerületen többen vannak azok, akik bekerültek a doktori képzésbe és nem jutottak el a védésig, mint akik megszerezték a PhD-fokozatot. A kiválasztódás hátterére szerintem az, hogy a PhD-fokozat megszerzéséhez nélkülözhetetlen a kutatási téma nemzetközi szakirodalmának átfogó ismerete és kivonatos összefoglalása, a saját kutatási eredmények szintetizáló kiértékelése, publikálása, a meglévő ismereteket kiegészítő saját tézisek megfogalmazása és megvédése. Aki nem jut el a doktori tevékenysége során erre a szintre, attól nem várható, hogy a szakterület alkotó továbbfejlesztője legyen. Egyetértünk Bakó Károllyal abban, hogy a 12 öntész PhD-fokozatot szerzett kolléga kivétel nélkül és magas szinten teljesítette a fentiek szerinti elvá-

rásokat és a további szakmai munkájától függetlenül fontos szerepet játszanak a hazai öntészeti tudományos közéletben. A doktori képzést védés nélkül abbahagyók doktoranduszként segítették az öntészeti oktatást és kutatást, ami elősegítette, hogy a szakmai munkájukban sikeresek legyenek.

Ahogy korábban említettem, 81-től 87-ig voltam adjunktus, a kandidátusi értekezésem megvédése után lettem docens. Szeretném itt kijelenteni, hogy az igazi oktató, adjunktus példaképei számomra *Jónás Pál* és *Tóth Levente* voltak, akik úgy működtek a tanszéken, hogy tudták az ott oktatott összes tantárgy elméleti és gyakorlati ismereteit, az összes rendelkezésre álló műszer és eszköz működését és használatát. Önállóan készítették elő és vezették le az összes gyakorlati foglalkozást, önállóan készítették elő, végezték el és értékelték ki a szerződéses munkák kísérleteit, irányították a hallgatók TDK- és diplomatervező munkáját és bármikor készek voltak arra, hogy Nándori professzor helyett megtartsák az előadást. A docenstől mindezeket túl elvárható, hogy saját kutatási területet műveljen, publikáljon és irányítsa a beosztott oktatók, doktoranduszok és hallgatók munkáját.

Én ezeket a gondolatokat ma is a fejlődés és a további eredményes tan-
széki szakmai munka sarkkövének tartom.

L.K.: Köszönöm a beszélgetést, és köszönöm a magyar öntészet érdekében végzett tevékenységet, ügyszeretetedet. A magyar öntész társadalom tagjai nevében a 70. születésnapod alkalmából kívánok jó egészséget!

FARKAS OTTÓ

A selmecebányai vaskohászképzés jellemzői és meghatározó professzorai

A magyar vaskohászat oktatása a Selmecebányai Bányászati Akadémián indult el. A cikk bemutatja a szakterület selmeci professzorait, kezdve Nikolaus Joseph von Jacquin-től az első kohász akademikuson, Kerpely Antalon keresztül egészen az utolsó selmecebányai professzorig, Barlai Béláig.

Fogadjuk el azt a megfogalmazást, mely szerint az eredményes oktatás alapfeltétele az, hogy hatékony interaktív kapcsolat alakuljon ki a tudományosan felkészült oktató által sugárzott alkotó szellem és az azt befogadni szándékozó és képes ifjú értelem között. Ez esetben nyilvánvaló, hogy a tudományos tevékenység mellé tudományosságnak, valamint a tudomány megjelenését és hatásait tanulmányozhatóvá tévő laboratóriumi környezetnek léte alapfeltétele, s így jellemzője a megalapozott és sikeres oktatásnak. A hallgatók ugyanis csak a vonatkozó természettudományi törvények működésével indokoltan előadott és magyarázott technológiai folyamatokat képesek megérteni, megtanulni és magukévá tenni.

Ezt a gondolkodásmódot képviselte az 1735-ben, Selmecbányán alapított Bányatisztképző Szakiskola első oktatója, a kor egyik legnagyobb mérnökpolihisztor, *Mikovinyi Sámuel*, aki megvetette gyökerét az Alma Mater oktatási tevékenysége tudományos szellemének és jellegének.

Az intézmény létrehozásának időszakában a kohászat alapvető tudománya, azaz a kémia még a középkor homályában tévelygett a flogisztonelelet alapján megfogalmazott elkép-

Dr. Farkas Ottó gyémántdiplomás vaskohómérnök. 1952-ben a soproni egyetemen szerzett diplomát, a műszaki tudományok doktora lett 1980-ban, az Orosz Természettudományi Akadémia külföldi tagja 2003-ban. Tanszékvezető, intézetvezető, kohókari dékán, általános rektorhelyettes és rektor volt a Miskolci Egyetemen. Jelenleg professor emeritusként oktatja a vasmetallurgia tantárgyait.



■ Nikolaus Joseph von Jacquin tanszék-alapító és -vezető (1763-1769)

zeléseivel. Ezért volt kiemelkedő jelentősége annak, hogy a Mária Terézia által 1763-ban akadémiai rangra (Bányászati és Kohászati Felsőoktatási Intézmény) emelt intézet, Kémia-Kémlészet-Kohászat nevű első tanszékének élére Nikolaus Joseph von Jacquin kapott kinevezést, aki a kor neves tudósaként az antiflogisztionista elvet művelte, s azt sikeresen alkalmazta az oxidációs és termikus disszociációs folyamatok kutatásaiban és az oktató munkájában, valamint tananyagainak megjelentetéseiben. Szoros kapcsolatot ápolt *Antoine Lavoisier*-vel, aki elismerte, hogy az 1773-ban megfogalmazott tömegmegmaradás törvényének felismerésében N. Jacquin professzor kutatásai eredményei is segítettek.

A tudományos kutatás és egyben a hallgatók oktatásában szerepet játszó laboratóriumi tevékenység lehetőség-



■ Id. Kerpely Antal tanár (1868-1872), tanszékvezető (1872-1881)

ének gazdagításában a tanszékvezetői feladatokat 1779–92 között ellátó *Ruprecht Antal* professzor ért el kiemelkedő eredményeket. Hatalmas és olyan modern kémiai-kohászati laboratóriumot alakított ki a kapcsolódó oktatási módszerrel együtt, mely évtizedeken át vonzotta a külföldi szakembereket és példaként szolgált az 1794-ben Párizsban alapított *Ecole Polytechnique* laboratóriumának és oktatási módszerének kidolgozásában. Igen kiterjedt külföldi szakirodalmi tevékenysége révén gerjesztett tudományos vitái segítették *Müller Ferenc Józsefet* a tellúr felfedezésében.

A hallgatói tananyagok irodalmi megjelenítésében kiemelkedő eredményeket és nemzetközi sikereket is elért az 1820–1835 közötti tanszékvezető professzor *Alois Wehrle*. A két-kötetes *Kémlészet és Kohászat* című tankönyvével, a kor tudományos szín-



■ A Kohászati-Kémiai-Ásványtani tanszék és Nikolaus Joseph von Jacquin lakásának épülete (Kercsmáry-ház) (1763-1770)



■ Kohászati tanszék és laboratórium (Belházy-ház) 1770-1900 között

vonásának mindenben megfelelő, nemzetközi rangú tananyagot jelentetett meg és oktatott. Róla nevezték el a wehrliit ásványt.

Az ezt követő időszakra jellemző volt a kémia és a fizikai-kémia tudományterületének, s ezzel a metallurgiai elméleti ismereteknek is a gazdagodása. Például 1842-ben fedezte fel *Robert Mayer* a termodinamika I., 1850-ben pedig *Rudolf Clausius* a termodinamika II. főtételeit.

1868-ban, amikor a több évi gyakorlati és szakirodalmi sikerei után nagyhírű kiváló magyar kohászegénység, Kerpely Antal kapott ideiglenes megbízást a kohászati tantárgyak oktatására, a tudományos, illetve elméleti eredmények rangja a kohászati technológiai folyamatok oktatásában már jelentősen megnövekedett. Mint írta a BKL Kohászati Lapokban: „Régen az volt vágyaimnak netovábbja: tanárrá lenni az Akadémián. Irodalmi téren való tevékenységre is ez ösztönzött.”

Kerpely tisztában volt azzal, hogy jó és korszerű oktatómunkát csak a tanszékhez tartozó szakterület ápolásával és művelésével végezhet. Ennek megfelelően nagy fontosságot tulajdonított a tudományos kutatómunkának. Az ő megfogalmazásában a tudomány elhivatottsága: „biztos észlelései nyomán újat teremteni, s a meglevőt megváltoztatni, haladni. A tudománynak feladata továbbá, öröködni a testesítésnek rendes lefolyása felett, magyarázni a netalán mutakozó eltérések eredetét, és módot nyújtani oly eltéréseknek úgy megszüntetésére, mint akaratlagos előidézésére. A gyakorlati téren felmerülő minden kérdésre a tudomány adhatja meg egyedül a magyarázó feleletet”.

Kiterjedt tudományos munkája eredményeinek és az azokból táplálkozó európai elismertséget szerzett szakirodalmi munkásságának alapján a Magyar Tudományos Akadémia 1877-ben akadémikussá avatta.

1872-ben Kerpely Antalt a vas- és fémkohászat ideiglenes előadóját az újonnan alakult Vaskohászat és Vasgyártás Tanszék tanszékvezető, rendes tanárává kinevezték, s egyidejűleg létrejött az önálló vaskohász-



■ Az első vaskohász oklevelek egyike (1876)

képzés (Vaskohászati Szakiskola) is.

Az 1867-es magyar-osztrák kiegyezés révén kiterjedtebbé vált magyar nyelvhasználati lehetőség révén az addigi német nyelv helyett magyar lett az oktatás nyelve. Kerpely Antal és tanszékének ebből származó feladatait Kerpely szavai az alábbiakban fogalmazták meg:

„A jelen tanév lefolytával végre magyar bányász-akadémiánk lesz! Ezen rendkívüli üdvös intézmény által az akadémia eddigi egyetlen feladata: életre való szakférfiakat nevelni, tudományt űzni és gyarapítani még egygyel, a sokkal fontosabbal növekedett, ti. ezen szakférfiaknak megkönynyíteni a szellemi közlekedést magyar műnyelven.”

Az első magyar nyelvű, elméletileg megalapozott kohászati tankönyv a Vaskohászat és Vasgyártás Tanszéken készült, Kerpely Antal: A Vaskohászat gyakorlati s elméleti kézikönyve címmel két kötetben, mely *Selmecbányán* 1873-ban, illetve 1874-

ben jelent meg. Kerpely a mű kötetéhez külön kétkötetes rajztáblát készített. A Vasgyárak telepítése című új, a kor igényeit nemzetközi szinten kielégítő tantárgyat 1873-tól oktatta, melynek magyar nyelvű tananyaga is megjelent.

Az elméleti oktatás és a gyakorlati valóság összefüggéseinek tanulmányozására és feltárására gyakorlati és kiterjedt hazai és külföldi üzemi tanulmányokat szer-

vezett és vezetett. A szakmai és tudományos közélet megállapítása szerint: „Kerpely Antal nevelte a hazai vaskohász szakember tudományosan megindokolt cselekvésre képes új nemzedékét, melynek tagjai külföldön is hírnevet szereztek. Mint egész életében – tanársága alatt is tanult, tanított, kutatott és alkotott.”

Kerpely későbbi utódjának, *Barlai Béla* professzornak reális megítélése szerint: „Kerpely Antal minden gondolata egy-egy szilárd alapkőve mai vasiparunknak, minden sor írása egy-egy hatalmas lépés a fejlődés felé és eredményekben oly gazdag munkássága valósággal megtestesülése a maradandó becsű alkotások létesítését célzó önzetlen odaadó tettvágyának.”

S ahogy Kerpely Antal a nyersvasgyártásnak volt európai hírnév tudora, a professzori és tanszékvezetői székben, 1881-ben őt követő *Sóltz Vilmos* professzor az acélgyártás témakörében szerzett hazai és nemzetközi szaktekintélyt. Az 1897-ben megjelent



■ Sóltz Vilmos tanszékvezető 1881-1901



■ Barlai Béla tanszékvezető 1901-1918



■ A Bányászati és Erdészeti Főiskola Bányászati és Kohászati Palotája (1900-1918)

„A tégelyaczelgyártás és a tégelyacél” című könyve nemcsak az oktatás, hanem a szakmai gyakorlat igényeit is, a kor színvonalának megfelelő tudományos alapossággal kielégítette.

Barlai Béla professzor tanári munkájának kezdete (1901) abba az időbe esett, amikor a fizikai-kémiát és a metallográfiát egyre fokozottabban kezdték a vaskohászat területén használni. Barlai mindjárt felismerte ennek óriási jelentőségét, s arra törekedett, hogy hallgatóinak a szakterületben előforduló problémák megértéséhez és megoldásához szükséges elméleti tudása a kor színvonalán álljon. Ennek szellemében írta meg az eredetileg öt kötetre tervezett sorozat első két kötetét. A „Vaskohászat kézikönyve I. A vas metallurgia chemiája és a vaskohászati salakok” címmel (1909), illetve a „Vaskohászat kézikönyve II. Tüzeléstan” (1912) címmel. Az első, egyben az első metallográfiai tankönyv is, Kerpely könyve után, egyben a második magyar nyelvű vaskohászattani könyv. Ő kezdte hazánkban a fizikai-kémiát és a metallográfiát a Vaskohászat oktatásában behatóbban és kiterjedtebben használni.

Megfogalmazása szerint „...az elméleti alapnak lehetőleg erősnek és szélesnek kell lennie, mert már kezdettől fogva meg voltam győződve arról, hogy a későbbi gyakorlati ismereteknek biztos látás-

sal való megszerzésére és tudatos fejlesztésére csak alapos, széleskörű tudományos képzettség képesíthet”.

A szakoktatás, a tudományos kutatás, valamint a laboratóriumi munka kapcsolatrendszerét a következőkben látta, gondolta és művelte: „...szakoktatásnak csak akkor lehet gyakorlati iránya, sőt mondhatni gyakorlati értéke, ha az ímént említett tulajdonságokat már az iskolában beleneveljük a hallgatóba azáltal, hogy egyszerűbb esetek önálló kísérleti megoldására képesítjük. Így jutottam azután a kísérleti laboratóriumhoz”.

„De nemcsak a hallgató, hanem a tanár is nagy hasznát látja a kísérletezésnek. A tudomány tudvalevőleg csak a tapasztalatok szaporodásának az arányában halad. A tanárnak tehát, hogy helyét teljesen betöltsé, egyszersmind kutatónak is kell lennie, még pedig nemcsak szigorúan

tudományos és elméleti, hanem fejlődő vas- és fémiparunk szükségleteinek megfelelően gyakorlati problémákkal is kell foglalkoznia.”

A kísérleti laboratórium 1908-ban lett kész. Barlai, a Magyar Királyi Bányászati és Erdészeti Főiskola Kísérleti Laboratórium címmel 1913-ban adta ki a laboratórium teljes berendezését, a kísérleti eszközök kezelését, s az egyes kísérletek munkamódját ismertető írását.

A Főiskolának 1919-ben Selmecbányáról Sopronba bekövetkezett elköltöztetésével a Vaskohászattani Tan-szék is történetének legválságosabb helyzetébe került. A dr. Barlai Béla által létesített – Európában is a legmodernebbek közé tartozó Vaskohászati Kísérleti Laboratórium egyetlen anyagvizsgáló gép kivételével mind odaveszett. S halála következtében Barlai professzor se érkezhett Sopronba. A kohómérnökképzés új korszaka következett.

A selmecbányai kohászattani 1735–1919 közötti 184 éves időtartamának a címben megjelölt célnak és módozatnak megfelelő rövid áttekintése azt mutatja, hogy a megjelölt történelmi időszakban és helyen – ugyan a történelmi események és körülmények (szabadságharc, Osztrák-Magyar Monarchia, első világháború) által meghatározott mértékű ingadozások kíséretében –, különösen az itt kiemelt és utódaik tevékenységére is hatást gyakorló vezető professzorok működéseiből következően, a tudományos tevékenységek és oktatási megalapozottságok, valamint az oktatást és kutatást egyaránt szolgáló

laboratóriumi bázisok, jellemzően mindenkor jelen voltak és működtek a kohászati oktatás folyamatában. Így a történelmi emlékezés mindannyiunk számára a megelégedettség és az illő büszkeség érzelmvilágát gerjesztheti.

A cikk összeállításában nyújtott segítségért dr. Harcsik Béla muzeológust (MMKM Kohászati Gyűjtemény) illeti köszönet.



■ Vaskohászati kísérleti laboratórium (1908-1918)

Selmecbányai Szalamander, 2017

Morzsák és szilánkok – gondolatfoszlányok levélformában

Az idei szalamanderen az időjárásra nem lehetett panasz. Kellemesebb időt elképzelni sem lehetett volna. Nem volt sem hőség, sem hűvös, még az éjszakák is legfeljebb csak frissítették a bárhonnan is hazabandukoló — botladozó grübeneket, waldeneket, díszgyenyruhákat.

Ebben a városban állandóan menni kell, s ez egyáltalán nem pihentető. Menni kell mégis, mert bárhol is van a látogató, olyan kíváncsian, sőt, kacéran mutatja magát ez a gyönyörű város, olyan ellenállhatatlannul, hogy muszáj továbbmenni, mindig, csak egy kicsit. Na, még egy kicsit... Mindenhonnan pazar a kilátás, újabb és újabb fotópontokat fedezhetünk fel, és persze a legérdekesebb látnivalók mindig szemközt vannak. Ehhez aztán le kell menni, aztán a szemközti dombra újra fel kell kapaszkodni. (Megfigyeltem, hogy Selmecen ritka a kövér ember. Talán bizony át kéne költöznöm oda...) Ami viszont a strapás városnézésben megnyugtató, hogy ötven méterenként egészen biztosan van kocsmá. Most már a Glanzenberg oldalában is akad néhány.

Szóval: szép a város, és egyre szebb. Kedves, tiszta, szeretnivaló.

2017. szeptember 8., péntek

Az egyesületi programok szokás szerint kora délután kezdődtek.

Hálás szívvel köszönhetjük megítáink fáradozását, kik a professzor-sírokat szépen rendbe hozták. Felemelő volt – és itt van hagyományaink egyik legfontosabb gyökere – emlékezni az Akadémia tudós professzoraira. A síroknál a megemlékezéseket ismét diákok tartották: Kovács Norbert, Stumphauzer Laura, Molnár Dávid Gergely és Balogh Tamás, kik az alkalomhoz méltóan összefoglal-

ták Péch Antal, Faller Károly, Farbak István és Kerpely Antal életútját. A sírokra koszorúkat helyeztünk el. Így emlékeztünk azokra a professzorokra, kiket nemzetközileg is elismert tudományos sikereik mellett a haza iránti mély elkötelezettségük is jellemzett.

A program a 48-as honvédszobornál folytatódott. Itt dr. Nagy Lajos elnökünk bevezetője után Kőrösi Tamás főtitkárunk emlékező beszédében részletesen szólt az 1848-as forradalom és szabadságharc selmeci és tatabányai felvidéki eseményeiről. E dicső hónapokban a selmeci diákság egésze a forradalom szolgálatába állt, de – mint mondta – nem szabad megelégedeznünk arról a több tízezer tót harcosról sem, kik a magyarokkal válllva harcoltak a polgári forradalom sikeréért.

Főtitkárunk itt jelentette be, hogy Selmecbánya és Tatabánya aláírta a testvérvárosi szerződést!

A Cantus szépen intónálta a Nemzeti Himnuszot majd a Kossuth nótát.

A délutáni program utolsó állomása az Akadémia Erdészeti Palotájának falán elhelyezett emléktábláink megkoszorúzása volt.

Budapesti műegyetemisták is eljöttek a szalamanderre, közlekedésgépészek. A dolog úgy áll, hogy a Szent Borbála Akadémiai Kör Egyesület rokonai szálak útján került kapcsolatba a közlekedésgépészekkel. Az ő biztatására a diákoknak annyira rokonszenves lett a selmeci hagyományok köre, hogy ők is elkezdtek diákéletüket e szerint élni. Egyenruhát varratnak, nótáskönyvet adtak ki, szakestélyeket tartanak. Ismerik a selmeci soproni nótákat, sőt énekelik is! És most eljöttek a Selmeci Szalamanderre.

No, ebből aztán majdnem botrány kerekedett...

A mi miskolci diákjainknak „egy kemény magja” úgy érezte, hogy a budapestieknek igazából nincs joguk a selmeci hagyományokhoz, hiszen az a mienk. A biztosítékot végül is az verte ki, hogy az OMBKE által szervezett megemlékezésen, a 48-as honvédszobornál a Szent Borbálások és a műegyetemisták előbb helyezhették el a koszorút, s csak utánuk a miskolci Egyetemi Osztály diákjai. Úgy érezték, hogy így módon az egyesület hátrébb sorolta őket. Azt indítványozták, hogy tiltakozásként a miskolci diákok ne vonuljanak fel akkor, ha OMBKE zászló alatt a műegyetemisták is felvonulnak. Parázs vita kerekedett a főutca kellős közepén, akkor, amikor már mindenki a dohánygyár előtti találkozóhelyre sietett. A hirtelen terebélyesedő vitában önkéntlenül is mediátor szerepet vállaltam. A diákok sorolták a sérelmeiket, én meg soroltam az érveket. Elmondtam, hogy itt Selmecen mindenki maga dönt, ez egy szabad pálya, az vonul, aki akar. Ünnepelni jöttünk, a gondokat nem itt és főleg nem így kell megoldani. A selmeci nóták éneklését, diákuha viselését, sőt, a diákhagyományok adaptálását pedig megtiltani nem lehet, főként azért nem, mert ezek nem állnak szerzői jog védelme alatt. Érvettem azzal is, hogy az egyetlen védekezés az, ha Miskolcon mostaninál jobban, lelkesebben, eredeti céljukat és értelmüket megtartva éljük a selmeci hagyományokat. Én, aki azért ott elég gyakran megfordulok, sajnos nem ezt látom.

Végül is felvonult mindenki, de úgy érzem, hogy a diákság által – nem csak itt – felvetett észrevételekről egyesületünknek komolyan kellene egyeztetnie a diákokkal. Azóta is sokat morfondírozok erről. Úgy tűnik, hogy minden félnek van igazsága. Itt ugyanis nem csak arról kellene be-

szélgetnünk, hogy selmeci hagyományaink további éltetése miképpen lehetséges, sőt, a jelen helyzetben veszteségek nélkül lehetséges-e egyáltalán, hanem arról is, hogy mi legyen egyesületünk jövőjével, ha a jövőt meghatározó diákság jelentős hányada végzés után elhagyja az egyesületet? Sürgősen lépnünk kell, mert nagy a baj... (Erről talán majd egy másik alkalommal részletesebben elmondom a véleményemet.)

Ám maradjunk Selmecen. A menetet kívülről én most láttam először. Az elmúlt húsz évben ugyanis mindig voltam, próbáltam cantuskodni, néha úgy éreztem, hogy sikerrel. Nos, felülről szemlélve kétségtelen, hogy a magyar csapat a legegységesebb, és létszámában messze a legnagyobb. Ám azt a bányász kocsmá teraszán állva meg kellett állapítanom, hogy ennyi ember ilyen felfordulásban és menetben egyszerre nem tud énekelni. Hiperaktív Biciklisen és a többi Cantuson, de még a felvonuló csapaton sem múlt a dolog, mégis legalább háromfelé szakadtak a nóták. Magánvéleményem, hogy a továbbiakban el kellene döntenie azt, hogy fúvószenekarral vonul-e az OMBKE, vagy nótázással? Én az utóbbi mellett szavazok. A nótázni pedig talán úgy lehetne hatásosan, ha több cantusszal nótás csoportokat alakítunk ki, hogy egymástól függetlenül azok vigyék a prímet. Azt meg már csak meg tudjuk szervezni, hogy ez a két-három csoport ne egyszerre, hanem felváltva énekeljen!

Úgy láttam, hogy kevesebben voltak, mint a korábbi években.

2017. szeptember 9., szombat

A nap bizony jóval hamarabb kelt fel a hegyek mögül, mint mi. Az előző napi

felvonulás után különböző csapásokban pusztítottuk a Steiger sört és a kommersz boroviczkát, és úgy elbeszélgettünk a világ dolgairól, hogy a másnap ismét aznap lett.

Késedelmeskedni pedig nem lehetett, mert a Nagyboldogasszony templomban kezdődött az ökumenikus istentisztelet. Kedves régi ismerőseink: *Tanító Péter*, a most határon túli Csallóközaranyos református lelkésze és *Elek László*, az ugyancsak felvidéki Nádszeg esperes-plébánosa ismét eljöttek, hogy magyar szóval, magyar lélekkel hirdessenek Igét magyar bányászoknak, kohászoknak és erdészeknek. Elegáns, szívhez szóló, méltósággal teli volt ez az istentisztelet. Sokan voltunk, többen, mint az előző években. Befejezőként megrendülten, de friss lélekkel énekeltük el a bányászhimnuszt. Szépen hangzott!

A lélekemelő élményért hálás köszönet illeti a Szent Borbála Akadémiai Kör Egyesületet, hiszen három éve ők szervezték meg először, és azóta is az ő szervező munkájuk eredménye az istentisztelet, mely kiemelkedik a selmecbányai magyar szervezésű programok közül.

A templom előtt már hagyomány szerint körbe álltunk, és elénekeltük a másik két kar himnuszát is, meg néhány selmeci nótát. A jó selmeciek mintha már várták volna ezt az attrakciót, az ablakokba könyökölve meg séta közben megállva hallgattak miniket, s a végén megtapsoltak bennünket.

A nap hátralévő része szokás szerint sörözéssel, barátok társaságában telt, hol itt, hol ott. Én a Kis Mátyásban tatabányai barátaimmal és diákokkal söröztem, onnan átvonultam a Böhm-be, ahol már várták kis társaságunkat jóféle korhelylevessel meg süttekkel.

Estére elfáradtam. Megint dudo-

rászva értem haza, egy kedves selmeci nóta kevergett a gallérom felett, jól megférve a sörökkel és borokkal:

A vendéglőből most jövök éppen
Olyan furcsa vagy te, utca nékem:
Ami jobbra volt, most az van balra!
Utca! Úgy látom, te be vagy nyalva!

2017. szeptember 10. vasárnap

Ismét szép napra virradtunk – ki korábban, ki később, de hogy fáradtan, hogy ne mondjam: másnaposan, az biztos. Az előző esti szakestélyek és nedves estek már láthatóan a huszonévesek terhelhetőségét is próbára tették.

Dél előtt fél 11-kor misére harangoznak a Szent Katalin székesegyházban, de az üres Kammerhofon csak öregasszonyok kocognak felfelé, kezükben imakönyv, fejükön kendő. Üres a város, mindössze a kisboltok előtt van némi jövés-menés. Eltűnt a hétvégi sokezres forgatag, a kocs-mák és a teraszok is üresek. A legnagyobb forgalmat talán csak a magyar rendszámú buszok és autók alkotják, elindultak hazafelé.

Búcsúzunk mi is szállásunktól, búcsúzunk a „selmeci állandó és meghatalmazott konzulunktól”, *Paréj Zsuzsától*, aki mint mindig, most is nagyon-nagyon sokat segített szálláshelyeket szerezni, programokra helyet biztosítani. A balekság is nehezen, de összekanalazza magát, és aztán irány haza!

Hazaérve elmondom, hogy mi az oka az összeizzadt ingeknek, a gyűrött zubbonyoknak, a karikás és vérágas szemeimnek, és annak, hogy már alkonyat után elvonulok pihenni... Hát persze: Selmec, Selmec, sáros Selmec....

Jó szerencsét!

Pataki Attila

Selmeci szellem a BME-n, a Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar hagyományörzői

Akik olvasták a lap 2011/1. számának (144. évfolyam) 47. oldalát, *Kiss Katalin a. Kátya* tollából már értesülhettek arról, hogy a selmeci hagyományok szellemében rendezett szakestélyeket a Budapesti Műszaki Egyetemen (BME) is tartanak. Ebben az írásban – a lap főszerkesztőjének

felkérésére – arról esik szó, hogyan alakult ki ez a helyzet.

A kezdetekhez 1998-ig kell visszanyúlni. A BME-KSK (akkor Közleke-

désmérnöki Kar) egyik, a hagyományos képzésének végéhez közeli hallgatóját, a. Ákicát, a miskolci Gépészmérnöki Kar Valétabizottságának egyik tagja meghívta a gyűrűavató szakestélyére. A szakestély annyira elvarázsolta, hogy elhatározta, ő is ilyen méltóságteljes és mégis diákosan vidám ünnep keretében szeretné egyetemi tanulmányait befejezni, búcsúzni barátaitól és az alma matertől.

Bátyja és gyanúm szerint a Valétabizottság más tagjai segítették terve végrehajtásában. Egyetemi éveiből egyet feláldozott azért, hogy a kar első gyűrűavató szakestélyét megszervezze. Ennek érdekében számos egyetemi vezetővel és az ősi karok valétabizottságaival egyeztetett, keresett támogatókat. Természetes, hogy a tervezett eseményhez hallgatótársait is meg kellett nyernie, ami egyébként egyáltalán nem volt nehéz. Hallgatótársaival, meghívásra, kisebb különdíjségekkel látogatták Miskolc, Sopron és Dunaújváros szakestélyeit és mindenkor invitálták az aktuális valétabizottságokat a viszontlátogatásra. Ebben az időszakban tudták meg, hogy jómagam Miskolcon kaptam „öntész diplomát”, vagyis a kar oktatói között találtak egy firmát. Sokat kérdezgettek a szakestélyekről és a selmeci hagyományokról. A lelkesedésüket jellemzi, hogy már az első szakestélyen elhangzott az a kari himnusz, szánt dal – két végzős hallgató alkotásaként – ami az utóbbi években már az egyetemi diplomakiosztó ünnepségeken is elhangzik. Szubjektív megjegyzésem: a dal szövege és zenéje a selmeci hagyományok szelleméhez, kari himnuszhoz illő.

Amikor elérkezett az első szakestély megnyitójának pillanata (1999. május 6-a), a kb. 200 fős társaság felettébb összetett volt. A végzős, gyűrűavatós hallgatókon kívül mind-egyik „közlekkari” (KSK) évfolyam, az egyetem és karainak vezetése, valamint a történelmi karok valamennyi valétabizottsága képviseltette magát. A szokásos módon megválasztott első preases a. Szaki Dani volt. A külső segítség tényét igazolja, hogy akkor még nem voltak meg a tisztségviselők szalagjai, azokat Miskolcra kapták kölcsön. Továbbá a felolvasott házirend is kísértetiesen hasonlított a korábban hallottakhoz stb. Azt, hogy a

társaság egy része nem ismerte a szakestély rendjét, jól jellemzi, hogy az akkori dékán asszony csak harmadik nekifutásra (kis segítséggel) tudta megkezdeni komolypohár beszédét, mert megfeledezett a szakestély megfelelő megszólításának módjáról, így a „kedves” kezdetű megszólítást a hozzáértők hangos pfújozása szakította meg. Később, éveken át, emlékezetesen jó komolypohár beszédet tartott.

A szervezők hamar átértézték, hogy ez a szakestély ugyan osztatlan sikert aratott a résztvevők körében, de azt is, hogy számos sebből vérzik annak alapja. A folytatás iránti igény és elkötelezettség egyhangú és erős volt. Annak érdekében, hogy a rend irányába tervszerűen és összehangoltan haladjanak, nem sokkal később, egy helyi specifikumot jelentő, Kraft Szakestélyt szerveztek, csak a „vezetőség” tagjai számára. A Kraft Szakestély azóta is él, most is a kari vezető hagyományörző hallgatóinak stratégiai szakestélye. Arra vendég akkor és azóta sem kap meghívást, ami alól én vagyok az egyetlen kivétel. A második és további Kraft Szakestélyekre a korábbi legmagasabb preasesek is meghívást kapnak. Ákicica ekkor már nem követte az eseményeket. Az első feladat a balekoktatás megszervezése és azóta rendszeres lebonyolítása volt. 2001-ben már volt balekkesztelő és szalagavató szakestély is. Firmaköszöntő szakestélyt 2004-től rendeznek.

Talán eddig tartott a most is fejlődésben lévő folyamat első üteme. Ebben az időszakban kellett a hagyományosról (ötéves) a BSc-MSc oktatási rendszerre való áttérés következményeiről, a szükséges változásokról is dönteni, ami természetesen, szintén a Kraft Szakestély közös bölcselétén alapult.

Az ismert, négyrészes ezüstgyűrű kari szimbólummal díszített első példánya 2008-ban készült el, amit az arra érdemesek akkor és azóta a firmaköszöntő szakestélyen húzhatnak az ujjukra.

A kezdetben sztochasztikus tartalmú balekoktatásoknak és vizsgáknak ma már kialakult rendje van, az utóbbi években alig változott. Eleinte nem volt írásos „tananyag”. Az első, egységes szerkezetű, „A balek tudnivalói”

kiadvány 2008-ban született. Az évenkénti frissítést követően 2013-ban született meg a csaknem stabilnak mondható verzió. Talán az az újdonság, hogy ettől az évtől a Neptunban is rögzített időben tartják az oktatást, ami tankör rendszerben folyik. Az oktatást a kari vezetés és a HK (Hallgatói Képviselő) támogatásával, a hallgatókból álló mentor gárda tartja. A „kemény magot” a hagyományörzők alkotják. 2014 óta a balekkesztelő szakestély után is rendszeresen tartanak daltanuló este- ket, természetesen többnyire a HaBárban, ami a kari Kollégium „Szórakoztató és Élménycentrum” elnevezésű intézménye.

2000-ben jelent meg az első kari daloskönyv, 2003-ban és 2010-ben bővített, javított kiadásokat adtak közre és a 4. kiadás szerkesztése folyamatban van.

A selmeci szellemmel a KSK-ra felvett hallgatók 2009 óta már a gólyatáborban megismerkedhetnek. Egy tájékoztató előadás után egy – szerintem szintén helyi specialitás szerint – kvázi szakestélyen vehetnek részt. Ez a rövid esemény hasonlít egy „rendes” szakestélyhez, melynek folyását ott meg-megszakítja egy-egy rövid magyarázat arról, hogy mi miért történik, miért úgy történik stb.

A selmeci hagyományok szellemében nevelkedett közlekes hallgatóknak 2013 óta van szakmai egyenruhája, amit Wanderernek neveznek (jelentése: vándor, egyben egy híres autómárka), melynek létrehozásáról a 2011. évi Kraft Szakestélyen döntöttek. Az egyenruha megjelenésével az volt a cél, hogy utaljon elsősorban a szakma hagyományos egyenruhájára (szín, megjelenés; elsősorban a hajózásból merítve), de illeszkedjen a selmeci egyenruhák sorába is. Az új Wandererek avatása mindig a Firma-köszöntő Szakestélyeken történik, természetesen a Wanderer avató dal éneklésével egybekötve.

Asztaltársaságok 2008 óta működnek, melyek egy része a hallgatók végzésével meg is szűnik, de van három, amelyik azóta is hallatja hangját a szakestélyeken.

A kari hallgatók selmeci szellemének tesztelésére szerintem egy lehetséges, jó módszer a szakestélyek hangulatának, a résztvevők viselke-

désének, a rendszer működésének megítélése. Azért is invitáltuk a 2010. esztendő Gyűrűavató Szakestélyére az OMBKE akkori főtktárát, *Lengyel*

Károly a. Charliet, hogy szakavatott, Selmec okán közvetlenül érintett, de az adott miliót kevésbé ismerő vezetőként alkosson ezekről véleményt.

Így született az írás elején idézett BKL cikk.

Buza Gábor a. Macedon

Minden jegy elkelt EUROGUSS 2018 sajtókonferencia, Hamburg–Lübeck, 2017. október 17–18.

A nürnbergi vásárszervezők (NürnbergMesse) az EUROGUSS nyomásos öntészeti szakkiállítás és vásár megnyitása előtt néhány hónappal, 2017. október 17–18-án Hamburgban, illetve Lübeckben látták vendégül a többségében német, de a nemzetközi szakmai folyóiratokat is képviselő újságírókat. A cseh, holland, francia, olasz, török kollégák között a BKL Kohászat képviselője sem maradt el.

A rendezvény Lübeckben a Dräger cég orvosi berendezések gyárában vette kezdetét. A nagy múltú cég mi másnak köszönhetné mai piaci dominanciáját, mint egy szabadalom, ami a sör csapolását tette először biztonságossá és ellenőrizhetővé. Mi öntők, mondjunk tehát köszönetet Dräger úrnak és fiának, hogy 1889-ben kifejlesztette a Lubeca-szelepet, melyet szabadalmi oltalom alá helyezett és megtartva a jogot, saját gyártást és értékesítést indított el. Innentől vált lehetővé a nagy nyomású gázpalackból kiáramló szén-dioxid-gáz szabályozott körülmények közötti söröshordóba juttatása, melynek eredménye a ma ismert csapolt sör. A szén-dioxid-szelepet követően a sűrített oxigén lett a cég életében a főszerep. A századfordulóra már a „Technológia az életért” vált a cég mai napig tartó vezető filozófiájává. Altatóberendezések, oxigénmaszkok, inkubátorok, műtői segédberendezések évszázados fejlesztése napjaink meghatározó orvosi berendezéseket gyártó és forgalmazó vállalkozásává tette az ötödik Dräger-generáció által vezetett céget. Természetesen orvosi berendezésekből sem hiányozhatnak öntvények, és mivel nyomásos öntészeti vásár szervezői voltak a vendéglátóink, ezért a

nyomásos öntéstechnológiával készített termékeket mutatták be nekünk. A legmodernebb orvosi berendezések meglepően összetett geometriájú, nagy felületű, vékony falvastagságú alumíniumöntvényeket rejtenek. Ilyen pl. a webkamerával ellátott ergonomikus kezelésű műtőlámpa lámpatestje, vagy egy altatóberendezés háza, egészen egy ultramodern inkubátorkabin fekvőfelületéig. Az éves darabszámok alig pár ezerre tehetők, emiatt a nyomásos öntőszerszám költsége igen jelentős tényező a termékek árában. A Dräger cég alkatrészbeszerzőjének egy a helyszínen beajánlott, hazai innovatív öntődei vállalkozás, az Alu-Öntő Kft. talán a jövőben még gazdaságosabbá teheti a cégóriás működését, ezzel együtt új piac megteremtését jelentheti egy magyar öntőde számára.

Sajtótájékoztató

A sajtótájékoztatóra, melyre minden jegy elkelt, a hamburgi St. Pauli kikötőben, a partot hidakkal összekötő úszó platform egyik kis éttermében, október 18-án került sor. A beszámolót *Christopher Boss*, az 2018. január 16–18-i EUROGUSS nyomásos öntészeti szakvásár rendezvényvezetője azzal kezdte, hogy az előkészületek a legjobb ütemben haladnak, majd hozzátette, hogy a sajtótájékoztatóra magával hozott aktuális kiállítói létszámot az előző este kilenc vásárossal meg kellett emelnie, így a teljes létszám minden idők legnagyobbja, 609 lett. Majd sorolni kezdte a rekordokat döntő számokat, adatokat. Hasonlóan, mint 2016-ban a kiállítók fele ismét külföldről érkezik, ezúttal 35 különböző országból jelentkeztek kiállítóként.

A kiállítók között szám szerint a németek az elsők, őket követik az olaszok 125 szereplővel, majd a harmadik helyre 23 vállalattal Törökország jelentkezett be, a dobogósokat Svájc, Ausztria és Spanyolország követi. A vásár területe 18 500 m², melyet teljes egészében, az utolsó négyzetméterig kihasználtak. A 2020-as vásárra új csarnokot kell építeniük Nürnbergben, hogy el tudják helyezni a kiállítókat. Tendenciává vált, hogy a cégek a következő vásárra megnövelt kiállítói felületi igénnyel állnak elő. 2018-ban a világ más pontjain is aktívak a nürnbergi vásárszervezők a nyomásos öntészet területén: július 18-tól 20-ig Shanghaiban (Kína) a CHINA DIECASTING kiállításon, október 24-től 26-ig a Guadalajarában (Mexikó) először a Fundiexpo kiállításon, majd Delhiben (India) az ALUCAST-on lesznek jelen december 6-tól 8-ig.

A szakmai kínálat a teljes öntészeti értékteremtő láncot lefedi

A kiállítók 38%-a nyomásos öntődék, a többi pedig az értékteremtő lánc más szereplői, olyanok mint öntőgép, perifériaberendezés-, kemence-, szerszám-, ötvözet-, forma- és leválasztóanyag-gyártó cégek. Mindezek mellett megjelennek az öntvények utókezeléseivel, felülettechnikával, minőségbiztosítással, irányítás-, és hajtástechnikával, gyors prototípusgyártással foglalkozó cégek termékei. 2016-ban 12 000 érdeklődőt fogadtak, ez a szám 2018-ban várhatóan több lesz. A kiállítókról és termékekről a www.euroguss.de/exhibitors-products oldal nyújt részletes tájékoztatást.

Nemzetközi német nyomásos öntészeti kongresszus – először a nürnbergi vásáron

A vásár ideje alatt tartják a nemzetközi német nyomásos öntészeti kongresszust, először a nürnbergi vásár területén, az NCC Ost kongresszusi központban. Az iparág aktuális témáihoz és fejlesztéseihez kapcsolódó szakmai előadások a három nap során a nagy múltú rendezvény magját képezik. Az előadásokat a nemzetközi szakmai látogatók számára szimultán angol nyelvre fordítják. A kongresszus programja az interneten a www.euroguss.de/programme cím alatt lesz olvasható. A kongresszuson való részvételt a vásári belépőjegy ára tartalmazza. A vásár nyitóünnepsége 2018. január 16-án hétfőn este ismét izgalommal fog szolgálni, hiszen a három, alumínium-, cink- és most első alkalommal a magnéziumalapú nyomásos öntészeti versenyben indulók közötti győzteseket fogják megnevezni. A díjazás célja az is, hogy a nyilvánosság számára is ismertté váljanak ezen ötvözetek felhasználásának sokoldalú lehetőségei. Az egyes kategóriák nyertesei és a termékek a kongresszus alatt lesznek tanulmányozhatók.

A felülettechnológia hangsúlyos kiemelése

A két évvel ezelőtti sikeres premiert követően 2018-as vásáron is egy külön pavilont biztosítanak a felületke-

zelés témájának. A funkcionális és intenzív igénybevételnek kitett öntött munkadarabok utókezelése és bevonatolása a nyomásos öntődék számára sem érdektelen kihívás. A 6-os csarnok felülettechnológiai pavilonjában olyan vállalatok mutatkoznak be, melyek a könnyűfémek megmunkálásával és felületkikészítésével foglalkoznak.

A német nyomásos öntészeti iparág bizakodóan néz a jövőbe

A sajtótájékoztató második felszólalója *Gerhard Klügge*, a német nyomásos öntődék szövetségének (VDD) ügyvezetője arról tájékoztatót, hogy 2016-ban és 2017-ben a német nyomásos öntődék többsége emelni tudta termelési volumenét és árbevételét. A 2017 első félévében az nyomásos alumíniumöntvény termelése 7,1 százalékkal 338 000 tonnára emelkedett, a nyomásos cinköntvények 10,7 százalékkal 32 000 tonnára, míg a nyomásos magnéziumöntvények termelése másfél százalékkal 9100 tonnára nőtt. A felhasználói oldalról a járműipar egyre dominánsabb helyet tölt be. A járműipari termékekben a nyomásos öntvények aránya elérte a 70%-ot, a maradék 30%-ot számos egyéb felvásárlói piacról szerzik be. Klügge úr elmondta, hogy több német nyomásos öntőde külföldi, jellemzően alacsonyabb bérszínvonalú országba helyezte át telephelyét, mivel az öntődék számára fontos szempont a jár-

műgyártó cégek közelsége. A szakmát érintő aggodalmakkal kapcsolatban megemlítette az új amerikai gazdaságpolitikát, a brexitet, a spanyolországi eseményeket, a török helyzetet, valamint a dízelmotor-botrányt és az elektromos autók térhódítását. Utóbbival kapcsolatban kifejtette, hogy a belsőégésű motorokban jelenleg használt, akár 200 darab öntvény az elektromos hajtásnál alig 20 darabra fog csökkenni. Elhangzott, hogy az olyan egzotikus felvevőpiac, mint az orvostechika jövedelmezőbb lehet, mint a járműipar. A negyedik ipari forradalomnak nevezett ipar 4.0 a nyomásos öntőipar teljes egészét be fogja hálózni informatikai oldalról.

Európai gépgyártók 2016-ban nagyobb részesedéssel

A CEMAFON (The European Foundry Equipment Suppliers Association) az európai öntődei berendezések beszállítóinak szövetsége nevében *dr. Timo Würz* főtitkár arról számolt be, hogy a szövetségbe tömörült országok által exportált gépek értéke a 2015. évi 377 millió euróról a múlt évben 400 millió euróra emelkedett, ami a nyomásos és kokilla öntőgépek piaci részesedésének 7%-os növekedését jelenti. Világszerte a legnagyobb nyomásos öntőgép exportőr 2016-ban Olaszország volt, megelőzve Japánt és Kínát, akiket Svájc és Németország követ.

Sándor Balázs

Fémhulladékos szakmai nap Csepelen

Fémhulladékos szakmai napot, egyben kibővített vezetőségi ülést tartott a Fémkohászati Szakosztály június 15-én a csepeli Metalex 2001 Kft. telephelyén. A Metalexről tudni kell, hogy rendszeres résztvevője és támogatója a szakosztály éves nagyrendezvényének, a Miskolci Egyetemen minden év őszén megrendezett Fémkohászati Szakmai Napnak. Anyagi támogatásukon kívül az elmúlt években két alkalommal is aktív részesei voltak a konferenciának, cégbemutatójukat követően fejlesztéseikről is tartottak előadást a Fémkohá-

szati Napok konferenciája keretében.

Az immár hagyományos nyár eleji rendezvényről sajnálatunkra többen hiányoztak, így az ország egyik legsebbebb fémhulladék kezelő telepének, és egyes itthon egyedülálló fémhulladék feldolgozási technológia megismerését mulasztották el. A házigazdák nevében *Gilányi Tamás*, a társaság alapító tulajdonosa köszöntötte a jelenlévőket. Bemutatta a céget, az alapítástól a többlépcsős fejlesztéseken át a ma tapasztalható európai színvonalig, amely egyaránt értendő a feldolgozási technológiákra, mind

az üzem szervezetszerkezetére. A cégbe mutatót követően a menedzsment részéről *Balika István* elektronikai hulladék üzletágvezető – a szakág hazai elismert szaktekinetlye – tartott előadást az elektronikai hulladékok hazai feldolgozásának helyzetéről, anomáliáiról, és ennek tükrében az EU-elvárásokról és kötelezettségekről. Ezt követően részletekbe menő üzemplátogatáson vettünk részt Gilányi Tamás és Balika István vezetésével. Az üzem 19 ezer m² területen helyezkedik el, teljes egészében vízzáró betonburkolattal ellátva, melynek kör-

nyezetében a tudatosan kialakított zöldterület jellemző. A beérkező hulladékok és feldolgozás során nyert másodlagos alapanyagok tárolása – részben fedett – rekeszes tárolórendszerben történik. Az évi 10-12 ezer t fémhulladék elsősorban termelővállalatoktól származik, de kisebb fémkereskedők és üzemi bontások is jelentős forráshelyek. Ez a volumen és az alkalmazott feldolgozási technológiák alapján – az érdekképviseleti szervek minősítése szerint is – a társaság pénz- és áruforgalmi vonatkozásokat tekintve a piacvezetők közé tartozik. Büszke-



ségük a 2009. évben saját beruházásban megvalósított 1,5 t/h kapacitású kábel- és elektronikai hulladékfeldolgozó üzemük, amely hírközlő-

és autóiipari (kis átmérőjű) kábelek feldolgozására is alkalmas. Az európai normák szerint is kiemelkedő színvonalú feldolgozó a technológiát telepítő MeWa cég közép-európai referenciaüzeme.

Az üzemlátogatást a szakosztályi vezetőségi ülés követte, *Sándor István* szakosztályi titkár moderálásában. Beszámolt az elmúlt időszak választmányi üléseiről, majd fő napirendi pontként az őszi miskolci Fémkohászati Szakmai Nap tervezési és szervezési kéréseit tárgyalták meg.

Hajnal J.

Fazola Fesztivál 2017

2017. szeptember 15-én, pénteken a Miskolci Akadémiai Bizottság székházában, illetve a Miskolci Egyetem Metallurgiai Intézetének Simon Sándor termében megrendezett Kerpely-konferenciával indult a XI. Fazola Fesztivál. Este a Bartók Béla Művelődési Házban szervezett Fazola-napi szakestéllyel folytatódott, majd 16-án, szombaton a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Gyűjtemény újmassai Massa Múzeumának területén, a Fazola-műemlék-kohó környezetébe szervezett szabadtéri rendezvénnyel zárult a *Fazola Henrik* és *Frigyes*, illetve *Kerpely Antal* és fia, *ifj. Kerpely Antal* emlékére rendezett kétnapos fesztivál.

A konferenciák szép számú közönsége a délelőtti elhangzott előadásokból megismerhette az egyik legnagyobb magyar vaskohász, Kerpely Antal akadémikus kohómérnök életpályáját, a hazai vaskohászat oktatásában és az ipartelepítésben betöltött szerepét. A további előadásokban részletes tájékoztatás hangzott el a Kar beiskolázási helyzetéről, majd a magyar vaskohászat jelenlegi gazdasági szerepéről és jövőképeiről, a fejlesztési elképzelésekről. A délutáni két előadás a hazai vasmetallurgusképzés történetéről, valamint a tantárgy oktatásával kapcsolatosan az ipar elvárásairól és terveiről szólt.

A hagyományápoló szakestélyen *dr. Harcsik Béla* elnökletével az összegyűlt kohászok és bányászok vidám, de méltóságteljes formában éltették a selmeci hagyományokat, megemlékezve a 238 évig működő diósgyőri vasműről és alapítójáról, Fazola Henrikről.

A szombati szabadtéri rendezvény kellemes napsütéses őszi időben zajlott, mintegy ezer érdeklődőt kicsábítva Újmassára. Az ünnepség első mozzanata a zenés kisvonat megérkezése volt, amin a Perecesi Bányászzenekar szórakoztatta a vonat utasait és a megálló közönségét.

A rendezvényt az Északkelet-Ma-



■ 1. kép. Tiszteletbeli kohász avatása



■ 2. kép. Látványcsapolás

gyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány szervezte, a főszervezők *dr. Nyitrai Dániel*, *Sipos István* és *dr. Harcsik Béla* kohómérnökök voltak. A támogatók segítségével immáron tizenegyedik alkalommal sikerült igen nívós műsorral szórakoztatni az egybegyűlteket. A rendezvényt megtisztelte jelenlétével többek között *dr. Nagy Lajos*, az OMBKE elnöke, *dr. Holló Szilvia Andrea*, az MMKM Ipari Örökség Főosztályának vezetője, *Katkó Károly*, az Öntészeti Szakosztály elnöke és az OMBKE korábbi vezetői.

A szabadtéri rendezvényen a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudo-

mányi Kara, illetve Műszaki Földtudományi Kara mellett az Északerdő Zrt., a Fügedi Márta Népművészeti Egyesület, *Hajdú Béla* anyagvizsgáló fizikus, *Nics László* nívódíjas népművész kovácmester, a Fazola Henrik Szakképzőiskola bemutatói, a Diósgyőri Gimnázium, a Mikulás Vonat Társulat, és a Perecesi Bányász Fúvós Zenekar, *Varga Lajos* ny. acélgyártó, szintetizátorművész zenei és mozgásművészeti produkciói nyújtottak vidám időtöltést. A műszaki pályák népszerűsítését szolgálta a B.A.Z. Megyei Ipari és Kereskedelmi Kamara, a SICTA Kft., a Fux Zrt. bemutatko-

zása. A rendezvény egyik csúcspontja volt a tiszteletbeli kohász avatása, idén először egy hölgy vált „kohásszá” (1. kép). Az avatási ceremóniát követően az újdonsült kohász, *Rencsiné Ágh Márta* erdöménök-tanár, az Északerdő Zrt. osztályvezetője indította el a látványcsapolást (2. kép). A rendezvény másik jelentős eseménye volt a felújított szentgotthárdi vízikerekes szélesítő farkaskalapács avatása. Szintén nagy érdeklődést váltott ki az MÁV-Thermit Hegesztő Kft. sínhegesztési bemutatója, sokakat kápráztatott el a vas szikrázása.

Nyitrai Dániel – Harcsik Béla

Felavatták Miska huszár szobrát

Több mint 11 év küzdelem után elkészült Miska huszár szobra. A szobor ötletgazdája és támogatója *Vlaszák Mihály* vállalkozó, a Metalglobus Fémöntő és Kereskedelmi Kft. ügyvezető igazgatója volt, alkotója pedig *Rohonczi István* dunaújvárosi képzőművész.

Az alkotás a pákozdi Bogárhalmon, a 169 évvel ezelőtti csata helyszínén áll. A hatalmas, 12,5 m magas szobor megteremtése igazi mérnöki kihívás volt. A szobor betonból készült, felületét időjárásálló ólom-szürke festékkel vonták be.

Az ünnepélyes avatóünnepséget a honvédség képviselői, a hagyományörző huszárok és nagyszámú érdeklődő jelenlétében 2017. szeptember 29-én, a Fegyveres Erők Napján tartották.

Vlaszák Mihály köszöntőjében felidézte a szoborépítés viszonytagságos történetét, majd hangsúlyozta, hogy a műalkotás nem a 22 híres magyar huszárbandérium egyikének kíván emléket állí-



tani, hanem azoknak a huszároknak és honvédeknek, akik készek voltak életüket is áldozni a hazáért.

Dr. Benkő Tibor vezérezredes, a Honvéd Vezérkar főnöke, a bogárhalmi helyszín ötletgazdája, beszédében kiemelte, hogy „a huszár bátor, hősies, bajtársias, leleményes katonája volt, aki legfonto-

sabbnak a hazáért vívott harcot tartotta. A mai magyar katonáknak ugyanígy kell viselkedniük. Nem hasonlít és nem is szeretne egyetlen huszárezred katonájára sem, és gyaloghuszárként inkább egy szimbólum, mint egy hu-

szár hiteles ábrázolása, hiszen ló nélkül ez eleve lehetetlen.”

A beszédek után Benkő Tibor és az alkotócsapat katonai tiszteletadás és ágyútűz kíséretében közösen oldotta el a szobron a nemzeti színű szalagot.

Az ünnepség hangulatát tárogató-muzsika és katonazenekar közreműködése emelte.

A szobor hivatalos felavatása után elismeréseket adtak át az alkotóknak. A társadalmi szervezetek és a nyugálományúak egyesülete javaslatára a honvédelmi miniszter úgy határozott, hogy a honvédelem ügye érdekében huzamos időn át végzett áldozatos munkája elismeréseként, Miska huszár szobrának felavatása, 2017. szeptember 29-e alkalmából, a „Honvédelemért!” kitüntető cím elismerést

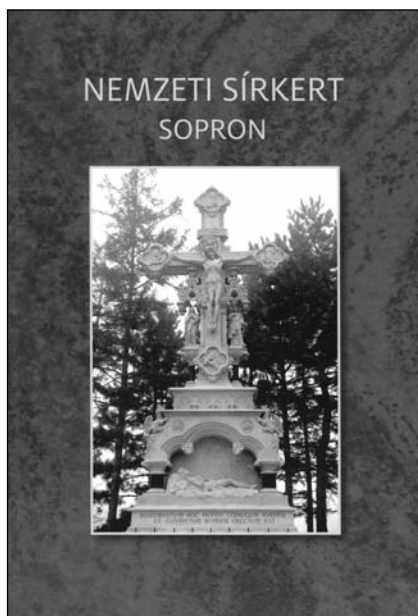
adományozza Rohonczi Istvánnak és Vlaszák Mihálynak.

Az avatást követően diákok, a pákozdi néptánc-csoport, népdalkör és citerazenekar tagjai adtak műsort. Az estig tartó ünnepségen a gyerekeket kézműves foglalkoztató is várta, ahol kicsi Miska huszárokat önthettek.

SA



„Hol sírjaink domborulnak...”



■ 1. ábra. A Nemzeti Sírkert, Sopron című könyv címlapja. A címlapon a soproni Szent Mihály-temető keresztje

kiadvány megjelentetésében találta meg.

A könyv előszavában a Nemzeti Sírkert definíciója is olvasható. A Nemzeti Emlékhely és Kegyeleti bizottság értelmezése szerint a Nemzeti Sírkert olyan virtuális, vagyis nem egy konkrét temetőhöz vagy parcellához köthető, hanem Magyarországot lefedő sírkert, amelybe nemzetünk jeles hallottainak temetési helyei tartoznak. A Nemzeti Sírkert részévé minősítés minden esetben az elhunyt életművének megítélése alapján történik.

A Nemzeti Sírkert Sopron című könyv a 43 nemzeti kiválóságunkról azonos felépítésű formában emlékezik meg, közölve a méltatott személy életútját, arcképét és a sírhelyének fotóját. Verő József professzorról legidősebb fia, Verő József emlékezik meg. A visszaemlékezést személyes emlékeinek felidézésével teszi színessé.

Az International Lions felhívása szellemének való megfelelést mi sem bizonyítja jobban Verő József professzor esetében, mint Sarkady Sándornak Verő professzor születésének 100. évfordulójára írt egyik verse, amely az Ősz utcai emléktábla avatásán hangzott el:

„Szárnyaló, szabad elme voltál:
A szellem csak szabadon szolgál.
Ki ahogyan vet, úgy arat –
Ha másokért élt, fennmarad!”

(-vb-)

Szép kiállítású, gondosan szerkesztett könyv jelent meg Nemzeti Sírkert címmel, Sopron alcímmel (ISBN 978-963-12-8450-8) a soproni LIONS Club gondozásában. A könyv a Nemzeti Sírkerthez tartozó 43 sírhelyet sorol fel, megadva az adott sírhelyen nyugvó személy nevét, tevékenységét és a sírhely pontos koordinátáit. A felsorolásban számos erdész, bányász neve szerepel, de csak egyetlen kohászé, Verő József professzoré.

A LIONS (Liberty, Intelligence, Our Nation's Safety) megalakulásának éppen ebben az évben van a 100 éves évfordulója. A chicagói Melvin Jones által alapított klub a Nagy Háború nyugati frontján bevetett ideggázok szemsérültjein kívánt szervezett formában segíteni. Ez a cél mind a mai napig változatlan.

A LIONS ma már a világ egyik legnagyobb taglétszámú civil szerveződése. A nemzeti klubok tevékenységét a LIONS Club International fogja össze. Ez a központ 2016-ban felhívást tett közzé, hogy a nemzeti klubok méltó módon emlékezzenek meg az elmúlt 100 évről.

A megemlékezés méltó formáját a soproni LIONS a Nemzeti Sírkert, Sopron című



■ 2. ábra. Verő József professzor családi sírhelye. A sírkő jobb oldalán Verő József professzor és felesége, született Artner Erzsébet neve, a másik oldalon Verő József felesége szüleinek, Artner Jánosnak és Artner Jánosnénak, felesége nagynénjének, Hüttner Géznénak, valamint Verő professzor szüleinek, Verbényi (Veszélka) Józsefnek és feleségének, született Pfeiffermahr Josefának és Verő József testvérének, Verbényi Ferencnek neve olvasható. A sír helye: Sopron, Új Szent Mihály-temető, IV. falcsoport 28-29 sz.

Szemelvények a Dunaújvárosi helyi szervezet elmúlt kétéves tevékenységéből

Szervezetünk a csökkenő létszám ellenére még mindig a legerősebb kohász helyi szervezet, amely 2016-ban és 2017-ben a tovább szűkülő forráslehetőségek mellett is igyekezett színvonalas munkát végezni. A rendezvények fő színtere a Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara nagyterme, amely a korábban megkötött együttműködési szerződés keretében díjmentesen áll rendelkezésünkre. Az Iparkamarával az évek óta tartó jó együttműködést a jövőben is fenn kívánjuk tartani.

Legértékesebb tevékenységünk ma is a szakmai klubdelutának szervezése, amelyeken a jelenlévők általában két előadás keretében tájékozódhatnak a vállalatcsoport életét meghatározó legfontosabb tendenciákról, szakmai újdonságokról. A klubnapi előadások látogatottsága minden alkalommal kiemelkedő volt, 30 és 50 fő között változott. A klubdelutáni részvételnél öröndetes nyugdíjas tagtársaink aktív szerepvállalása. Klubnapjaink a széles nyilvánosság előtt zajlanak. Róluk rendszeresen tudósít a Dunaferri Magazin és alkalmanként a Dunaújvárosi Hírlap is. A klubnapi történések fényképi dokumentációja megjelenik a Facebookon is, országos betekintést engedve a helyi egyesületi életbe.

A klubdelutánjainkról röviden: 2016. március 31-én *Holoda Attila* energetikai szakértő, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium korábbi energetikai helyettes államtitkára tartott nagy sikerű

előadást „Magyarország energia-helyzete és lehetőségei” címmel.

Május 26-án *Angeli Tamás*, a Lemezalakítómű művezetője tartott előadást „A profilgyártás lehetőségei” címmel, majd *Ősz László*, a Szállítómű üzemviteli és karbantartási vezetője folytatta „A GPS-alapú információs rendszer üzemeltetése a Szállítóműben” című előadásával.

Június 30-án ünnepi klubdelutánunkon „60 éves a kokszygártás Dunaújvárosban” címmel hallgathattuk meg *Katona László* előadását. Ezt követően a Dunaferri Alkotói Alapítvány díjainak ünnepélyes átadására került sor. A kitüntetések átadása után néma főhajtással emlékeztek a résztvevők a közelmúltban elhunyt egykori szervezőtitkára, *Sütő Zoltánra*.

Szeptember 29-én *Cseh Ferencnek*, a Nagyolvasztómű gyárvezetőjének ünnepi köszöntőjével nyitottuk a klubdelutánunkat. Az ünnepi megemlékezésen *Rácz Zoltán* üzemvezető „60 éves az ércdarabosítás Dunaújvárosban” című előadását hallgathattuk meg. Felkért hozzászólóként *Tóth László* nyugállományú gyárvezető tartott visszaemlékezést.

Október 27-én *Bocz András* „Akkreditált anyagvizsgálatok és kalibrálások a DUNAFERR LABOR Nonprofit Kft.-nél – folyamatos változások” című előadásában mutatta be a kft. megalakulásának történetét és működésének szakterületeit.

Tagtársainkkal az elmúlt évben a következő rendezvényeken öregbítettük egyesületünk hírnevét.

Május 20-án a Dunaújvárosi Egyetem szervezésében megrendezett szalamander felvonuláson vettünk részt. 12 fővel képviseltük Dunaújvárost a selmecbányai szalamander ünnepségen szeptember 9–10 között. Az évet az immár évek óta legnagyobb létszámot megmozgató rendezvényünkkel, a XXII. Szent Borbála Szakestéllyel zártuk, amely közel 100 érdeklődőt vonzott.

2017. január 26-án tartottuk meg a helyi szervezet vezetőségi ülését, majd február 23-án a Vaskohászati Szakosztály és a helyi szervezet öszszevont vezetőségi ülése következett.

Klubnapjaink témái: március 30-án *Hájas Béla*, *Kovács Zsolt*: 65 éves az alkatrészgyártás a Dunai Vasműben; április 20-án *Dr. Nagy Péter* „A Rima vonzásában” könyvbemutatója. Május 25-én *Liszonyi Zoltán*, ISD Kokszoló Kft.: A kokszygártás; *Ruff István*, pácoló üzemvezető: Pácolósorok az ISD Dunaferri Zrt.-ben. Szeptember 28-án *dr. Móger Róbert*, MVAE igazgató: A nemzetközi és hazai acélipar pozíciója, fejlődési iránya; *Portás Attila*: Rendszer-, technológia- és termékfejlesztés a gépjárműipari elvárásokkal összhangban az ISD Dunaferri Zrt.-nél. Október 26-án *Lontai Attila*, megleghengermű gyárvezető: A Meleghengermű 2016. évi stratégiai beruházásai és annak hatása. Az év utolsó rendezvénye november 24-én a Szent Borbála Szakestély lesz.

A Dunaújvárosi Egyetemen, a Miskolci Egyetemen és az Óbudai Egyetemen nagyon jó a kapcsolataink. Tagjaink oktatási tevékenység mellett szakmai publikációkat készítenek, szakdolgozatok és diplomatervek konzulensi és bírálói tevékenységét is ellátják. Sajnálatos azonban, hogy a helyi felsőfokú képzésben harmadik éve nem indítottak anyagmérnök nappali tagozatos képzést, ezért az idősödő tagságunk utánpótlása kritikussá kezd válni. A dunaújvárosi egyetemi hallgatók jelentős segítséget nyújtottak a XXII. Szent Borbála Szakestély operatív teendőinek ellátásában. A valétabizottságot egy szervezetbe vonták össze. A



■ Vasas- és Kohásznapi rendezvény Dunaújvárosban

jövő feladata az új valétabizottsággal az elmúlt 15 év jó kapcsolatának visszaállítása. Mérnökeink bekapcsolódtak a Miskolci Egyetem és a Dunaújvárosi Egyetem formálódó duális képzési programjának megalkotásába. Kiemelkedő a szerepünk a felső-

oktatási intézmények tanulmányi ki-rándulásainak és termelési gyakorla-tainak megszervezésében és lebo-nyolításában.

Visszatekintve a magunk mögött hagyott közel két évre, elmondhatjuk, hogy a romló anyagi és létszámhely-

zet ellenére a helyi szervezet színvo-nalas tevékenységet végzett, ame-lyért köszönet illeti tagságunkat. Külön kiemelem nyugdíjas tagtársaink aktív együttműködését és a kohász szakma iránti hűségét.

Józsa Róbert, Dani Bálint

■ MÚZEUMI HÍREK

2017. január 1-jén a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum (MMKM) szervezeti felépítése megváltozott, megalakult a Szakmai és Tudományos Igazgatóság Ipari Örökség Főosztálya. A főosztály vezetője *dr. Holló Szilvia Andrea* PhD, aki a műszaki múzeumok felelős vezetője. A MMKM kohászati jellegű múzeumainak munkatársai:

Kohászati Gyűjtemény

3517 Miskolc, Palota u. 22.

Tel.: (46) 379 375

Dr. Harcsik Béla – muzeológus

Szlaboda Dávid – kulturális szervező

Alumíniumipari Múzeum

8000 Székesfehérvár, Zombori út 12.

Tel.: (30) 693 3498

Fülöp Krisztián múzeumvezető

Révész Emese múzeumpedagógus

Ganz Ábrahám Öntödei

Gyűjtemény

1027 Budapest, Bem József u. 20.

Tel.: (1) 201 4370

Csibi Kinga főmuzeológus

Magó László főmuzeológus

Beszámoló a Kohászati Gyűjtemény tevékenységéről

A Kohászati Gyűjtemény az elmúlt hónapok során két sikeres rendezvényt szervezett.

Június 24-én Újmassán a Fazola-kohó térségében mintegy háromszáz látogató kereste fel a Múzeum Múzeumok Éjszakája keretében szervezett programját. Közreműködtek a Miskolci Egyetem Műszaki Anyag-

tudományi, illetve Műszaki Földtudo-mány Karai, a Mályi Madármentő Állomás és az Északkelet-Magyaror-szág Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány (EKMITA).

Szeptember 15–16-án a Fazola Fesztivál újmassai helyszínét 1000 látogató kereste fel (részleteket lásd a 62. oldalon).

A MMKM együttműködési megá-lapodást kötött az EKMITA szerveze-tével. A megállapodás célja a Ko-hászati Gyűjtemény működésének segítése, a helyi rendezvények (pl. Fazola Fesztivál) és kiállítások közös szervezése, a műszaki pályák nép-szerűsítése.

HB

Megújult az Ózdi Muzeális Gyűjtemény

A múzeum megújult külsővel és a Gyártörténeti Emlépparkkal kibővülve, 2016. június 13-án nyitotta meg kapu-it. Az intézmény gyűjteménye rendkí-vül gazdag és egyedülálló, amely az ózdi gyár történetén túl a helyi népraj-zi szépségekbe, iskolatörténetbe, művészet- és sporttörténetbe is elka-

lauzolja a látogatót, valamint további látnivalók színesítik a gyűjteményt.

Kiállításai közül az egyik legked-veltebb a gyártörténeti bemutató és a munkáséletmód kiállításuk, ahol a lá-togatók betekintést nyerhetnek a gyár működésébe, működő maket-tek és diorámák segítségével, vala-mint megismerhetik az akkor élt munkások életkörülményeit, hasz-nálati tárgyait.

Az intézményt nemcsak a váro-siak, környékeliek, de szép szám-ban külföldiek is látogatják. Míg az idősebb korosztály visszaemlékezik a régi időkre, addig a gyermekeket elkápráztatja a sok dioráma és a gépek hiteles, kicsinyített mása.

Az ózdi múzeum csapatának célja, hogy értékeit, Ózd és környékének kulturális örökségét minél nagyobb körrel megismertessék sok-sok prog-rammal bővítve.

Az elmúlt öt hónapban több diák és felnőtt csoportot fogadott az intéz-mény. A tárlatvezetésen és a múze-



■ 1. kép. A megújult múzeum



■ 2. kép. Bucavasgyártás

umpedagógiai foglalkozásokon túl *Korkos Jenő Zoltán* ózdi származású festőművész időszaki emlékkiállításával és országos múzeumi programsorozathoz – Múzeumok Éjszakája, Kulturális Örökség Napjai 2017,

Múzeumok Őszi Fesztiválja 2017 – kapcsolódó eseményekkel várták a látogatókat.

A rendezvények közül kiemelendő legutóbbi programjuk, a Múzeumok Őszi Fesztiválja programsorozat,

amelynek egyik legérdekesebb eseménye volt a bucavas előállításának folyamata az Ásatárs Kft. korhű illusztrálásban, *dr. Török Béla* vezényletével (2. kép).

Harcsik Béla

FRITZ HARALD GOTTSTEIN

A Freibergsdorfi hámor

A számos szászországi hámorból a Freibergsdorfi hámoron kívül csak három ilyen berendezés maradt: a Dorfchemnitz-i vashámor, a Frohnau-i hámor és a „régí hámor”, a grüenthal melletti. A Freibergsdorfi hámor az egyetlen vashámor a freiberger körzetben, amely fennmaradt. Ez volt Szászország utolsó, még termelésre használt hámorműhelye.

Története

A hámor első említése 1607-ből származik, amikor a freiberger lovagi javadalom birtokosának, *Ernst Schönlében*-nek a vashámora részére vízhasználatot engedélyeztek. Az évszázadok során vastermékeket gyártottak a bányászat és a mezőgazdaság részére. 1753-ban az akkori birtokos, *gróf Leopold von Wartensleben* eladta a hámort *Hans Gottfried Ulbricht*-nak, a leubsdorfi kovácsnak 50 guldenért. 1664-ben *Christian Gottlob Goldhahn* vette át a hámort 165 tallérért.

1771–1806 között a marienbergi *Johannes* és fia, 1828–1878 között a rübenau-i *Carl Friedrich Lehnert* és fia volt a hámor birtokosa. 1900 körül az unoka, *Carl Julius Lehnert* a nagy konkurencia miatt feladta a vashámort.

Dr. Fritz Harald Gottstein Szászországban született. 1961-ben gépgyártás-technológiai mérnöki oklevelet, majd 1970-ben Dr.-Ing. fokozatot kapott. Dolgozott finomoptikai gyárban, később a műanyagfeldolgozás és -gyártás területén, tudományos munkatárs volt a Karl-Marx-Stadti Műszaki Egyetemen. Végül a keletnémet vagyonügynökség munkatársa volt 2001-ben történt nyugalomba vonulásáig. Érdeklődési köre az orgonaépítés és -munka, valamint a szászországi ipartörténet.

1903-ban a freiberger St. Johannis kórház szerezte meg a vashámort 30 000 márkáért, és bérbe adta a rézkovácsnak, *Otto Löffler*-nek, aki 1954-ig mint rézhámort üzemeltette.

1954–1974 között az utolsó bérlő, a Freiberg melletti tuttendorfi *Schönherr* kovácmester dolgozott a hámorban.

1979 után a hámorépület állaga romlott, a keréktér és a lakóházrész használhatatlan állapotba került. A freiberger polgárok áldozatkészsége révén a műhelyt és a berendezéseket műemlékvédelmi szempontok szerint tudták felújítani.

1988 májusára a hámort mint műszaki emléket a korábbi funkció megtartásával helyreállították.

1991-ben az e célra alapított Freibergsdorfer Hammerverein e. V. egyesület tagjai átvették a Freiberg város tulajdonát képező hámor gondozását, fenntartását. Most előzetes bejelent-

kezés vagy rendezvények keretében (pl. a német malom-nap, vagy a tradicionális hámorüzemek napja alkalmával) lehet megtekinteni. A hámorszobát úgy alakították ki, hogy a látogatócsoportok a hagyományos hámorünnepeket is megtarthassák.

A látogatók megismerhetik a különböző korok szerinti munkafolyamatokat, és bemutatják a régió iparosodásának történetét is.

A műszaki megoldások

A hámorberendezés fölötti tóból vízcsapok vezet a műhelyhez, ahol a víz a két felülcsapott kereket meghajtja. Az előregedett kereket és odavezető árkot 2016-ban a muldai Schumann malomgyártó cég kicserélte. A vízikerek átmérője kb. 3,8 m, szélessége kb. 1,3 m, és a kalapácsok meghajtására szolgál, a hámortengellyel szilárdan összekötve. A hámortengely



■ A hámor három különböző méretű farkaskalapácsa (rekonstrukció)

egy kb. 9,5 m hosszú bükkfatörzsből áll, súlya mintegy 7 tonna. A kb. egy méter átmérőjű hámtengelyen három vas excenterkoszorú található. Az excenterok a három farkaskalapács felemelésére szolgálnak. A különböző ütésszám elérése érdekében a excenteren 12, 10 ill. 6 bütők van. A legnagyobb kalapács a leglassúbb. A farkaskalapács fejből, nyélből, és vasból készült végdarabból (farok) áll. A kalapács fejét vasból készítik, amelynek élét megedzik a tartósság érdekében. A kalapácsok állványon, elforgatható módon helyezkednek el, és az előírt esési magasság által meghatározott ütési erőt adják a megmunkálendő darabra, amely a kalapácsfej és a sülyeszték vagy üllő között helyezkedik el. A három farkaskalapács súlya 250, 200 és 100 kg. Teljes terhelés mellett a kis kalapáccsal percenként 60 ütés végezhető.

A második vízikerek csak 70 cm széles, és csupán a két fadobozos fűjtató meghajtására szolgál. Ezeket a munkatér tetején helyezték el. Működetésük a tengelyen lévő rudazaton át, és terelőtengely segítségével történik, így előállítva a kovácstűzhöz szükséges szelet. A kovácstűz a vasdarabok 950–1250 °C-ra való hevítéséhez szükséges. A füstgázt kétrészes ké-



■ A hámtort működtető vízikerek

ményen át vezetik ki.

A műszaki forradalom kezdetével és a mechanikusan meghajtott fémfeldolgozógépek bevezetésével (fűrészek, fűrészgépek, pneumatikus kalapácsok) a kis vízikerek kovácstengelyére egy nagy fogaskerek került, amelynek segítségével meghajtanak egy tengelyt, és ezt a gépekkel transzmisszió keresztül kapcsolják össze. Még ez a technikai megoldás is megmaradt.

A hámtort tavát a Goldbach táplálja, amely kb. 5 km hosszú bal oldali mellékfolyója a szászországi Münsbachnak. A víz a tavon keresztül mintegy 200 m után eléri a hámtort, további 600 m után csővezetékbe kerül. A Kreuz-tavakon átfolyva és a Schlüssel-tavon keresztül ismét csővezetékbe kerül, és mintegy 5 km után eléri a Münsbachot.

Freibergsdorf történetéhez

Freibergsdorf 1908-ig önálló előváros volt Freiberg város északnyugati határájánál, a Goldbach völgyében.

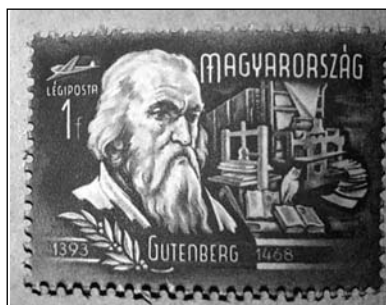
A 16. század első felében a Freiberg család mint birtokos idején a nevezett település Freibergsdorffá fejlődött, amely egy birtokból és a faluból állt. A reformáció után az 1224-ben létesült St. Johannis-kórház lelkésze lett a birtok és a falu lelkésze is.

A 19. század második felében a kórház területén alakult ki a Johannis-előváros. A lutheri evangélikus gyülekezet az önálló Freibergsdorf község, valamint a Freibergsdorf birtokkerület mellett Freiberg város egy részét is gyülekezetének területéhez csatolta.

Fordította: Klug Ottó

■ HELYREIGAZÍTÁS

- A BKL Bányászat és a BKL Kohászat 2017/4. közös számában a 7. oldal második hasábjában helyesen: **Legidősebb tagunk dr. Patay Pál régész, muzeológus, harangkutató, az Őtészeti Szakosztály tagja, aki...**
- A BKL Kohászat 2017/5. számának hátsó borítóján az alsó sorban J. Gutenberg képe helyesen az alábbi:



46. J. Gutenberg

A sajnálatos hibákért az érintettek és tagtársaink szíves elnézését kéri a szerkesztőség.

90. születésnapját ünnepelte

Tisztelettel köszöntjük 90. születésnapján **dr. Ádám János** okl. vegyész-mérnököt, a műszaki tudományok kandidátusát, a hazai alumíniumkohászati kutatás-fejlesztés első generációjának meghatározó személyiségét, vezető szakemberét.



1952-ben lett okleveles vegyész-mérnök a Budapesti Műszaki Egyetemen, diplomamunkáját **dr. Lányi Béla** egyetemi tanár irányításával készítette el. Témája az alumíniumiparhoz kötődött, nevezetesen a hazai barnaszenek anódmassza-nyersanyagként történő felhasználási lehetőséget vizsgálta. Az egyetem elvégzése után első munkahelye a Könnyűfémipari Minőségellenőrző Intézet volt, ahol vezető mérnökként dolgozott, és feladata a szovjet bauxitexport minőségi ellenőrzése volt. A Fémipari Kutató Intézetbe történt átszervezése után az intézet Elektrometallurgiai Laboratóriumának egyik alapítója, tudományos főmunkatársa, az alumíniumelektrolízis-kutatások vezetője lett. Ettől kezdve szakmai pályafutása a hazai alumíniumipart, a hazai alumíniumkohászati fejlesztéseket szolgálta, mindig elkötelezetten, igényes kutatói munkájával.

Az volt egyik elgondolása, hogy az elektrolízis energiafelhasználásának a csökkentéséhez és az áramhatásfok javításához lényeges beruházás nélkül hozzájárul az elektrolit-összetétel meghatározása az adott kádkonstrukcióhoz és technológiához.

Ennek elérése érdekében, mint az elektrolízis laboratórium vezetője, sóolvadék laboratóriumot hozott létre, mely laboratórium alkalmas volt a kriolit alapú olvadékok fizikai-kémiai tulajdonságainak meghatározására. A megvalósult laboratórium nemzetközi szakmai elismertséget kapott, és a közép-európai térségben egyedülálló volt. Az iparágban először **dr. Becker Ervin**nel közösen elkészítették a méréseken alapuló hő- és feszültségmérleget a különböző konstrukciójú hazai alumíniumelektrolizáló kádakra. Mé-

résekkel, vizsgálatokkal támogatták az áramerősség növelésére irányuló törekvéseket. Nagyon jó kapcsolatot tartott az alumíniumkohók vezetőivel, szakembereivel.

1968-ban fél éves ösztöndíjjal a híres francia Grenoble-i egyetemen a háromréteges alumíniumraffinálás folyamatait kutatta.

„A nátriumklorid és a kalciumfluorid adalékok együttes hatása az alumíniumelektrolízis technológiai paramétereire” című disszertációja alapján műszaki doktori címet szerzett a Budapesti Műszaki Egyetem vegyész-mérnöki karán. 1978-ban „Az optimális timföldkoncentráció és a timföldtartalom műszeres meghatározása az alumíniumelektrolízisben” című disszertációjával elnyerte a műszaki tudományok kandidátusa tudományos fokozatot. 1983-ban környezetvédelmi szakmérnöki képesítést szerzett.

A 70-es évek második felében érdeklődése fokozatosan áttért az alumíniumipar környezetvédelmi feladataira, irányította a fejlesztéseket. Mérések, vizsgálatok alapján elkészítette mindhárom alumíniumkohó fluoridmérlegét. Félüzemi száraz gáztisztítási kísérleteket kezdeményezett a hazai timföldek felhasználhatóságára, a fluoridok adszorpciójára. Kezdeményezte a száraz gáztisztítási technológia megvalósítását az Inotai Alumíniumkohóban. Vezette a vörösiszap porzási veszteségeinek csökkentésére irányuló kísérleteket, továbbá szabadalmaztatta az alumínium leégésének csökkentésére irányuló fedősós kísérletek eredményeit.

Képviselte a magyarországi alumíniumipart a KGST Fémkohászati Környezetvédelmi műszaki tudományos bizottságában. Kiválóan beszél oroszul, németül, franciául és románul.

Az Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézetből ment nyugdíjba, sajnálatlaltal és kritikával vette tudomásul a kohók bezárását.

Több mint 75 közleménye jelent meg a hazai és nívós nemzetközi folyóiratokban. A timföldek fizikai és kémiai tulajdonsága és a kohászati timföldekkel a száraz gáztisztítás szempontjából támasztott követelményeiről monográfiát írt.

Számos kitüntetéssel ismerték el sikeres szakmai és közéleti tevékenységét.

1952 óta tagja az OMBKE Fémkohászati Szakosztálynak, a Környezetvédelmi Munkabizottságnak több éven keresztül vezetője volt. Az egész szakmai pályafutását jellemezte az elkötelezettség és felelősségvállalás az alumíniumipar iránt. Támogatta a fiatal kutatók szakmai fejlődését.

Születésnapja alkalmából az egész alumíniumipari kollektíva és a volt közeli munkatársak nevében szívből gratulálunk, és további jó egészséget kívánunk.

70. születésnapját ünnepelte

Zupkó István 1947. július 19-én született Szikszón. 1965-ben szerzett kohász technikus képesítést a Diósgyőri Gábor Áron Kohó- és Öntőipari Technikum Kohász tagozatán.

1966–1971 között a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán, kohásstechnológiai szakon tanult. 1987-ben Dr. Univ. doktori fokozatot, 2002-ben PhD-címet szerzett.

Érettségi után a Lenin Kohászati Művek Durvahengerművében helyezkedett el. 1965. novembertől 1966. augusztusig sorkatonai szolgálatot teljesített.

Egyetemi tanulmányai befejezése után a NME Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszékén dolgozott a MTA Kohászati Munkaközösségének tudományos segédmunkatársa-ként, majd 1975-től tudományos munkatársként.

1989-ben nevezték ki egyetemi adjunktussá. 1995-ben az átszervezett kar Anyagtechnológiai Intézetének Minőségbiztosítási Kihelyezett Tanszékére helyezték át, ahol 2001-ig dolgozott.

2001-től 2003-ig a Miskolci Egyetem Hőenergiagazdálkodási Intézet Tüzeléstani Tanszékén egyetemi adjunktus, majd 2003-ban történt kinevezése után egyetemi docens volt.



2004-ben az egyetem rektora áthelyezte régi-új szolgálati helyére a tanszékek összevonása után immár Fémteni és Képlékenyalakítástani Tanszékre. 2012-ben ment nyugdíjba.

A diploma megszerzését követően a Kohógéptani és Képlékenyalakítástani Tanszéken bekapcsolódott a tanszék kutatómunkáiba és a kohásztechnológus hallgatók oktatásába, tudományos diákköri dolgozatok és diplomatervező feladatok szakmai irányításába.

A Minőségbiztosítási Kihelyezett Tanszéken és a Tüzeléstani Tanszéken is részt vállalt a kohásztechnológus hallgatók képzésében és az Anyagtechnológiai Intézet Fémtechnológiai Tanszékén folyó kutatómunkákban is.

Részt vett a BSc- és MSc-képzés bevezetéséhez szükséges akkreditálás előkészületeiben, a tantervek kidolgozásában. 2005-től a ME anyagmérnök BSc képlékenyalakítási szakirány vezetője, 2006-tól a ME kohómérnök MSc képlékenyalakító szakirány vezetője volt.

Oktatói és kutatási témavezetői tevékenysége mellett jelentős szerepet vállalt a Von Roll keskenyszalag hengerállványnak az Alcoa Kőfém Kft.-ből a Képlékenyalakító Laboratóriumba történő áttelepítésében.

A MTA Köztestületének tagja. A MTA Miskolci Területi Bizottsága (MAB) Anyagtudományi- és Technológiai Szakbizottsága Képlékenyalakítási Munkabizottságának tagja.

1989 óta tagja az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek.

Vadász József 1947. augusztus 1-én született Székesfehérváron. A székesfehérvári József Attila Gimnáziumban érettségizett 1965-ben. Tanulmányait a dunaiújvárosi Felsőfokú Kohóipari Technikumban folytatta, ahol 1968-ban felsőfokú kohász szaktechnológusi oklevelet kapott. 1968-tól gyakorlati üzemmérnökként dolgozott a Székesfehérvári Nehézfémöntődében. 1968 és 1970 között sorkatonai szolgálatát töltötte a Magyar Honvéd-



ségnél. A szolgálat után visszatért a Nehézfémöntődébe és munkahelyi támogatással jelentkezett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemre. Az egyetem levelező tagozatán 1973-ban kohómérnöki oklevelet szerzett a Kohómérnöki Kar öntő szakán.

1978 augusztusáig dolgozott a Székesfehérvári Nehézfémöntődében, majd utódvállalata, a Csepel Művek Fémmű székesfehérvári gyáregységében. Technológus, homoköntődei művezető, beruházásvezető és a folyamatos rúd-cső öntőde üzemvezető beosztásokban dolgozott. Munkáját kiváló újító, kiváló dolgozó kitüntetésekkel ismerték el.

1978-ban már a Székesfehérvári Kőfém öntőde gyáregységében folytatta szakmai munkáját. Művezető, technológus, majd a Fejlesztési Főosztályon fejlesztő mérnök beosztásban dolgozott. Ebben a minőségében részt vett az olvasztási folyamatok számítógépi vezérlése, kontrollja program megvalósításában. Később az olvadó fém minőségének javítása programban a fémtisztítási technológia paramétereinek kidolgozásával foglalkozott, az inline rendszerű fémtisztítóreaktorok telepítését szorgalmazta.

1989-ben az Öntőde Gyáregység műszaki-termelési vezetője lett, majd a gyáregység vezetőjévé nevezték ki egy pályázat elnyerése után 1991-ben. 1992-től részt vett az ALCOA amerikai cég szakembereiből álló műszaki, technológiai csoport munkájában. Ez a csoport készítette elő azt a folyamatot, amelynek a végén 1973-ban az ALCOA megvásárolta a Kőfém Kft. többségi tulajdonát. 1973-tól 2000-ig az öntődei Mérnökiroda vezetőjeként irányította az épület karbantartási, továbbá a gépek, berendezések felújítási munkáit. 2000-ben megbízást kapott az öntődei karbantartási osztály vezetésére. Számos kemencefelújítást vezényelt le, létrehozta a karbantartás számítógépes felügyeleti rendszerét, integrálva a vállalati Total Productiv Management (TPM) rendszerbe. 2002-től az öntőde beruházási terveit dolgozta ki és szervezte a feladatokat. 2007-ben ment nyugdíjba.

Az OMBKE-nek 1970-től tagja. A székesfehérvári helyi szervezet vezetésében dolgozott szervező titkárként, az öntődei csoportot vezette. Szakmai rendezvények szervezője,

több rendezvény előadója is volt. 1996-ban a székesfehérvári bányászok, kohászok, erdészek, faipari szakemberek részvételével megszervezte a „Millecentenáriumi Szakestély”-t. OMBKE oklevél és negyven éves egyesületi tagságért emlékérem tulajdonosa.

Sáfár Lászlóné 1947. szeptember 12-én született Katymáron. Középiskolai tanulmányait Dunaújvárosban a Széchenyi István Gimnáziumban végezte. Érettségi után egy évet a Dunai Vasmű Hideghenger-művében minőségellenőrként dolgozott, majd a Dunai Vasmű ösztöndíjasaként a Felsőfokú Kohóipari Technikum hallgatója lett.



1970-ben szerezte meg oklevelét kohász alakítástechnológus szakon, majd az intézmény főiskolává válásakor különbözeti államvizsgát tett 1972-ben, és ugyanazon a szakon üzemmérnök lett.

1970-től a Dunai Vasmű Technológiai Főosztályán technológusként, később mint hengergazdálkodó dolgozott 1990-ig. A két évtizedes időszakban több alkalommal részt vett az akkori „Alkotó ifjúság” pályázaton szerzőként vagy társszerzőként.

1990-ben a vállalat átalakításakor a Kereskedelmi Igazgatóságra került, és az akkor létrehozott piacpolitikai főosztály főmunkatársa lett. Később az ugyanitt kialakított Marketing Főosztály szervezetében is főmunkatársként dolgozott.

A vállalatnál eltöltött évek alatt folyamatosan képezte magát az idegen nyelvek (német és angol), a számítástechnika, a márkavédelem és az ISO rendszerek működtetése területén.

A márkavédelem keretében a vállalat melegen- és hidegen hengerelt, valamint profil termékeinek a belföldi és külföldi vevőelégedettségi vizsgálatok aktív résztvevője és az értékelések irányítója volt.

Számítástechnikai szakemberek bevonásával a felső vezetés részére kialakította a termékértékesítések információs rendszerét az ún. VIR-t (Vezetői Információs Rendszer). Rendszeresen részt vett különböző szakmai

konferenciákhoz szükséges háttéranyagok előkészítésében.

2006-ban kordedvezményes nyugdíjba vonult.

Az OMBKE-nek 1969 óta tagja a Vaskohászati szakosztály dunaujvárosi helyi csoportjában, majd a nyugdíjba vonulás után átigazolva a budapesti csoportba. Elkötelezett a selmeci hagyományok éltetésében. 1973 óta férjezett és három leány édesanyja, valamint kilenc unokája van.

Dr. Ládai Balázs 1947-ben Budapesten született, régi bányász-kohász családból származik. A budapesti Eötvös József Gimnázium elvégzése után a Nehézipari Műszaki Egyetem kohómérnöki karára iratkozott be, s annak öntő ágazatán végzett 1972-ben. Pályafutását a Csepel Művek Vas- és Acélöntődjében kezdte, ahol előbb művezetőként, majd a Metallurgiai Csoport beosztott mérnökeként dolgozott. Ez a csoport vezette be a



gömbgrafitos öntöttvas nagyipari előállítását Csepelen. Sikerei, szakmásteretete eredményeként belföldi, „rendes” aspirantúrára nyert felvételt 1978-ban, kijelölt tudományos munkahelye a Vasipari Kutató Intézet lett. Kandidátusi értekezését a különféle grafitformációkkal dermedő öntöttvasak kristályosodásának megfigyelése témakörében védte meg. 1984-től tudományos főmunkatárs a Gépipari Technológiai Intézet Öntészeti Főosztályán, ahol a növelt szilárdságú és ötvöztetett öntöttvasak kutatásával és az innovációk hazai öntődéjébe telepítésével foglalkozott. Az ipari kutatóintézetek összeomlását követően az intézet kísérleti öntődjének munkahelyeit megmentették azáltal, hogy néhány munkatársával 1994-ben 13 fős kft.-t alapított a telephely bérbevételeivel. Irányításával egyedi ill. kis sorozatú, igényes felületű, különleges anyagminőségű öntvényeket gyártottak. A telephely tulajdonosváltása miatt a céget felszámolták. 1999–2001 között üzemvezetői beosztásban dolgozott az ország akkor legkorszerűbb öntődjében, a győri VAW Alumíniumtechnika Kft.-ben, ahol különféle gépkocsik fél-

kész hengerfejeit állították elő. Itt csúcstechnológiai szintű, számjegyzérlésű öntő- és magkészítő gépek telepítésével és beüzemelésével foglalkozott. 2001–2004 között főtechnológus a Rába Kiszepi Vas- és Acélöntődjében. Nevéhez a cold-box magkészítés és a kupolókemence-indukciós kemence duplex olvasztás technológia meghonosítása, valamint nehéz gépjárművek léghűtéses féktárcsa öntvényének gyártástechnológiája fűződik. Pályájának vége ismét Csepelen találja, ahol főtechnológusi és főmetallurgusi munkakörben nyugdíjazásáig dolgozott, majd szakértőként 2013-ig volt alkalmazásban.

Az OMBKE öntészeti szakosztályának 1970 óta tagja. A szakosztály ifjúsági bizottságának alapító tagja, öntészeti világkongresszusok szervezője, az OMBKE Ifjúsági Bizottságának vezetője, a szakosztály titkárhelyettese, alelnöke, titkára, a budapesti szervezet elnöke. Számos kitüntetés birtokosa, melyek közül a kollégái által neki javasolt Szent Borbála-éremre a legbüszkébb.

Longa Péter okl. kohómérnök, okl. gazdasági mérnök 1947. október 22-én született Budapesten. Általános és középiskolai tanulmányait szintén itt végezte. 1966-ban felvételt nyert a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára, ahol 1971-ben diplomázott.

Az egyetem elvégzése után szakmai pályafutását a Csepel Művek Fémű Rézfinomító-Elektrolízis Üzemében kezdte, mint fizikai állományú gyakornok mérnök, majd később technológus. 1973-ban a Cső-Rúdhúzó Üzembe nevezték ki termelésirányító mérnöknek, ahol rövidesen főművezetőként, majd üzemvezetőként folytatta munkáját.

1976-ban másoddiplomát szerzett a Nehézipari Műszaki Egyetem Gazdasági Mérnöki szakán.

A hetvenes évek második felében a Féműben induló a CSM Fémű-ESAB ívhegesztő elektródagyártás tervezési és beruházási munkáinak előkészítésében és kivitelezésben vett részt. Az új üzem svéd berendezések



és technológia alapján Móron létesült, és ma is eredményesen működik, de sajnos már külföldi tulajdonossal. Az ívhegesztő elektródagyártás fejlesztésben végzett tevékenységért a Csepel Művek Tröszt Alkotói nívódíjában részesült 1978-ban.

Felhasználva a beruházásnál szerzett tapasztalatokat és nyelvismeretet 1983-tól a Vasipari Kutató Intézet külkereskedelmi irodájánál, majd 1988-tól a Dunafer-Metalimpex Kft.-nél tevékenykedett, mint export üzletkötő. A váltás előfeltételeként a szakmai ismeretek mellé levelezőként a Külkereskedelmi Főiskolán külkereskedői végzettséget szerzett.

1991-ben a francia USINOR-SACILOR állami tulajdonú acélipari csoport alkalmazásába került pályázat útján, a budapesti képviselői irodájuk vezetésére. Feladata volt az akkoriban megjelenő autóipari cégek és azok beszállítói részére a helyszínen a gyártóművel közösen alkalmazástechnikai segítséget nyújtani. Ez a tanácsadói tevékenység 1993-tól a francia UGINE által gyártott korrózióálló, majd 1997-től a csoporthoz csatlakozó belga Cockerill Sambre és német EKO Stahl speciális horganyzott lemeztermékeivel egészült ki.

2003-ban nevezték ki a francia-luxemburgi-spanyol tulajdonú ARCELOR FCE HUNGARY Kft. ügyvezetőjévé és ebben a pozícióban az ARCELORMITTAL FCE HUNGARY Kft. megalakulásakor 2006-ban megerősítették. 2010-ben vonult nyugalomába, de a szakmával a kapcsolata nem szakadt meg, rendszeresen segíti tanácsaival régi kollégáit és aktív résztvevője az OMBKE rendezvényeinek.

1971-ben kapcsolódott be az OMBKE Fémkohászati Szakosztály munkájába, fiatal mérnökként több jelentős egyesületi és vállalati konferencia szervezésében vett részt, másfelől szakmai munkája elismeréseként a Csepel Művek Féműben többször részesült Kiváló Dolgozó kitüntetésben és dolgozataival eredményesen részt vett a Kiváló Ifjú Mérnök és az Alkotó Ifjúság szakmai vetélkedőkön. A 40 éves egyesületi tagságért Soltz Vilmos-émlékérmeket kapott.

Czomba Imre 1947. november 12-én született Pátroha községben. A kisvárdai Bessenyei György Gimnáziumban

érettségizett 1966-ban. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem kohómérnöki karán szerzett diplomát, a metallurgiai szak öntő ágazatán 1971-ben.

Az Öntödei Választmány elnöke volt. Kisvárdai Vasöntődjében kezdett el dolgozni, majd pár hónap után átlépett az LKM Diósgyőri Acélöntődjébe, ahol 25 évet dolgozott, művezető, főművezető, technológus, műszaki osztályvezető, minőségügyi és technológiai vezető, valamint műszaki igazgatóhelyettes beosztásokban.

Munkáját Kiváló Ifjú Mérnök, Kiváló Dolgozó kitüntetésekkel ismerték el. A gyártmánystruktúra rendkívül gazdag volt, főleg nagyméretű öntvények (hengerművi hengerek, salaküstök, turbinaházak, csőgyári állványok, ellenűtő kalapács öntvények, esetenként 50 tonnás súlyban) gyártása terén.

1996-ban családi okok miatt munkahelyet változtatott, így nyugdíjazásáig az utolsó 11 évet három munkahelyen: a Csepeli Vasöntődjében; a Dunaferri Öntődjében; a svájci tulajdonú Eurofönox öntődjében dolgozta le. Ezeken a munkahelyeken jól tudta kamatoztatni a Diósgyőriben szerzett technológiai tapasztalatokat.

Nyugdíjazása után öt évig mint műszaki tanácsadó dolgozott a Csepeli Metall Vasöntőde Kft.-nél.

Az OMBKE-nek 1970-től tagja, az Egyesületi Munkáért érem és a Soltz Vilmos-emlékérem tulajdonosa. A mai napig szoros kapcsolatot tart az OMBKE csepeli helyi szervezettel.

Marczis Gáborné dr. Bókony Gizella
1947. december 1-jén született Tüske-

váron. Középiskolai tanulmányait a Veszprémi Vegyipari Technikum színesfémipari tagozatán végezte, majd a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki karának technológus szakán 1971-ben szerzett diplomát.

Egyetemi tanulmányainak befejezését követően az Ózdi Kohászati Üzemek Technológiai és Kutatási Főosztályán vállalt munkát, ahol először technológus mérnökként, majd csoportvezetőként dolgozott. Szakterülete a Rúd-Drót Hengermű beruházását követő gyártástechnológia kialakítása volt.

1979-től az RDH Technológiai és Műszaki Osztályának vezetője, majd a gyáregység főmérnöke volt. 1984-től az ÓKÜ Értékesítési Főosztályának vezetője, majd 1990-től az Ózdi Acélmű Rt. RDH Gyáregységének vezetője, ezt követően pedig az ÓKÜ projekt-vezetője volt. 1991-től a Finomhengermű „Munkás” Kft. ügyvezető igazgatója, majd 2002-től nyugállományba vonulásáig a Magyar Vas-és Acélipari Egyesülés igazgatója volt, amelyet 11 éven át eredményesen vezetett.

Az Ózdon eltöltött évek alatt a betonacélgyártás területén alapos elméleti és gyakorlati ismeretre tett szert. Valamennyi új betonacél fajta kifejlesztésének részese volt. Az építőipar alapanyag-választékát bővítő, a termékek gazdaságosságát növelő alkotói, újítói tevékenységért 1985-ben Állami Díjat kapott, az Ózdi Kohászati Üzemekben végzett kiemelkedő alkotói tevékenységéért pedig Műszaki Alkotói Díjban részesült. A kiemelkedő műszaki alkotások, találmányok, azok bevezetésének ösztönzésére létreho-

zott NOVOFER alapítvány Gábor Dénes Díjjal tüntette ki.

1995-ben az OMBKE elnöksége Egyesületi Munkáért plakettet, a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés Igazgatótanácsa pedig a Vaskohászatért emlékérmet adományozott neki.

A magyar vaskohászat mélypontjának idején a Finomhengermű „Munkás” Kft.-ben egy alkotóközösség kialakításával, aktív innovatív munkával kidolgoztak egy eljárást, amellyel az elhasznált vasúti sínekből a magyar szabványnak minden tekintetben megfelelő B.60-40 minőségű betonacélt lehet hengerelni, valamint kialakították a párhuzamos talpú I-gerendák gyártásának lehetőségét. Mindkét eljárás szabadalom lett. A termékválaszték bővítése céljából évente 5-20 új és különleges szelvényt vezettek be.

Nagy folyáshatárú betonacélok gyártástechnológiai feltételei tárgyú kandidátusi disszertációját 1995-ben védte meg, a PhD-fokozatot a következő évben szerezte meg.

A magyar acélipar területén végzett kiemelkedő munkájáért, életpályája elismeréseként 2007-ben Eötvös Loránd-díjban részesült.

Az MTA köztestületi tagja, a Műszaki Tudományok Osztálya Metallurgiai Bizottság tagja, a Magyar Mérnökakadémia tagja. Szakterületének megfelelően doktori disszertációk bírálója, Bíráló Bizottságainak tagja. Mindezen túl részt vesz az MVAE Felügyelő Bizottságának, az OMBKE Ellenőrző Bizottságának, a Szakemberek a Kohászatért Kuratóriumának, az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti körének munkájában. Az OMBKE tiszteleti tagja.

Minden kedves Tagtársunknak, Olvasónknak áldott, békés karácsonyi ünnepeket,

sikerekben gazdag új esztendőt, jó egészséget kíván

a BKL Kohászat szerkesztősége

Korponay Gyula

1935–2017



Életének 83. esztendejében elhunyt Korponay Gyula aranydiplomás kohómérnök. Mozgalmas, sok akadállyal nehezített életet élt. Többször kényszerült olyan útra, amelyet nem ő választott magának, hanem mások osztottak rá.

Mezőtúron született 1935. április 2-án, kiskereskedő családba. Az elemi, később már általános iskolát Mezőtúron végezte el. A gimnáziumi felvétele – a származása miatt – nem volt problémamentes, de végül is sikeresen leérettségizett. Ezután a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem hallgatója lett, ahol IV. éves korában, 1957 tavaszán politikai okok miatt a tanulmányait felfüggesztették és levelező hallgatóként, csak 1961-ben kaphatta meg a kohómérnöki diplomáját.

Az első munkahelye a Lőrinci Hengermű volt és innen is ment nyugdíjba. Két évre segédmunkára kényszerült, majd a diploma megszerzéséig különböző munkaköröket látott el. Alaposan megismerte az üzemet. Kreatív, a szakmáját jól ismerő ember volt, bátran alkalmazta a megszerzett tudását és nem riadt vissza az újdonságok alkalmazásától sem.

A fizika, matematika erős oldala volt, ennek a különböző méretezéseknél, műszaki, gazdasági számításoknál hasznát vette. Már a diploma megszerzése előtt áttervezte a hengersorvonó fogaskerekeit. A kivitelezést végig irányította, ezzel sikerült az igen gyakori fogaskeréktöréseket és az ezzel járó

hosszú leállásokat, megszüntetnie. Az alapanyag darabolásának átszervezésével jelentős anyagmegtakarítást sikerült elérnie. Az ő nevéhez fűződött – sok más mellett – a lemezek feliratozásának, a magas Ni-tartalmú gömbtartálylemezek revezegény hevítésének a megoldása, a cseppfolyós oxigén alkalmazása, a színekpelemzés bevezetése, és a minőségbiztosítási rendszer kialakítása is.

A biztos szakmai ismeretének birtokában bátran kiállt a meggyőződése mellett, emiatt olykor vitákra kényszerült. Évtizedeken át irányította a Lőrinci Hengermű Műszaki osztályát, ahonnan 1992-ben ment nyugdíjba. Hűséges ember volt, végig kitartott szakmája mellett, végig a Lőrinci Hengerműben dolgozott. Kitartott felesége, Györgyi mellett is, aki szintén egész életében a Lőrinci Hengermű alkalmazásában állt. 54 évi házasságukból egy fiú- és egy leánygyermekük született, akik öt unokával örvendeztették meg őket.

Szakmai ismereteit újításai, Kiváló Dolgozói címe, a fiatalkori helytállását a köztársasági elnök 1956-os oklevele is igazolja.

2017. június 15-én hunyt el, hamvait az Árpád-házi Szent Margit templomban helyezték örök nyugalomra.

Kedves Gyula! Nyugodj békében, mi, a volt kollégáid, pályatársaid megőrizzük az emlékedet és kohász köszöntéssel kívánunk utolsó Jó szerencsét!

Cseh Kálmán

Dr. Dworák József

1924–2017

2017. július 9-én 94 éves korában elhunyt Dr. Dworák József okl. kohómérnök. Temetése július 26-án volt Budapesten az Új Köztemetőben. Elhunyt társunk nyugodjék békében!

Szalai János 1948–2017



Szalai János 1948. március 24-én Sopronban született, édesapja révén – aki a magyar ferroötvözet-gyártás doyenje volt – kohászcsaládban. Érettségi bizonyítványát Salgótarjánban szerezte, majd 1971-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen okleveles vas- és fémkohómérnök diplomát kapott.

Nyitott, egyenes jellemű emberként került a Dudujkára, s kapcsolatépítő képessége, közvetlen modora okán hamar elnyerte társai rokonszenvét és barátságát. Ugyanakkor szorgalmasan és eredményesen tanult, kiváló eredménnyel végzett, s még egyetemi álláslehetőséget is kapott, amit azért nem fogadott el, mert a termelés, az ipari gyakorlat vonzotta, de úgy, hogy az alkalmazott kutatás-fejlesztés, az innováció is érdekelte. Így az Ötvözetgyárban, s a Vasipari Kutató Intézet Salgótarjáni Kísérleti Telepén eltöltött 14 év alatt szerencsésen ötvözni tudta az egyetemen tanult piro- és hidrotechnológiai ismereteket, és az elméleti kohászatban téziseit a megvalósított projekteken.

Ezután jöttek az összetettebb feladatok, az SVT-ben azaz a Salgótarjáni Vasöntőde és Tűzhelygyárban, ahol 1985-től 1992-ig már műszaki igazgatóként irányította a gyár fejlesztési, beruházási, karbantartási, termelési, anyagbeszerzési és minőségbiztosítási feladatait.

Közben, 1990-ben létrehozott egy Pyroven Kft. nevű céget, amely a pásztoi felszámolásból megvásárolt vasöntőde bázisán mára jelentős, ötvözött, elsősorban erősen ötvözött hő- és kopásálló öntvényeket gyártó exportorientált vállalkozássá alakult, ahol fia, az ifjú Szalai János – aki építőmérnökből lett kohász – a tulajdonos és ügyvezető.

1992-ben elhagyta az SVT-t, 1993-ban kollégáival megvásárolta az egri vasöntődét, és a kilenc évig tartó küzdelemben megtapasztalta a szegény magyar tőkés küzdelmes életét, hogyan

lehet egy alultőkésített vállalatot életben tartani.

Ez volt szakmai pályafutásának az a szakasza, amikor tevékenységi köre a korábbi évek metallurgiai súlypontját megőrizve az öntéssel és a tűzelés-technikával is kiegészült. Az eredményességet az is mutatja, hogy amikor az SVT bajba került, 2002-ben visszahívták, s két évig ügyvezetőként, majd ismét műszaki vezérhelyettesként irányította a gyárat és a közben már vegyesvállalatként SVT-Wamsler Vasöntőde Kft. illetve Wamsler Rt.-ben – amelyhez egy kandallógyár, egy vasöntőde és a tűzhelygyár tartozott – újra nagy ívű fejlesztéseket hajthatott végre. Innen is ment nyugdíjba 2010-ben.

János a selmeci elvek szerint élt, a hazaszeretet, a szakmaszeretet és a barátság mellett a családszeretet volt a vezérlő csillaga. Feleségét, akit 50 évvel ezelőtt Özdon ismert meg rajongásig szerette, akárcsak gyermekeit és unokáit.

Az említett tulajdonságok végigkísérték egész életútját, önzetlenül vállalt szakmai szervezetekben munkát, elnöke volt 1993–95 között a Magyar Öntészeti Szövetségnek, a főtitkárral, dr. Havasi Lászlóval együtt alakították ki a Szövetség érdekképviselői munkáját, szolgáltatási feladatkörét és számítógépes bázisát.

1969-től az OMBKE tagja volt. A magyar öntészetért végzett áldozatos és eredményes munkájáért 2016-ban az OMBKE Öntészeti Szakosztályért érdemkitüntetésben részesült. Ez év május 24-én vette át a MÖSZ-től az Életmű díj kitüntetését.

Kedves János! Köszönjük, hogy küzdőtársaid lehettünk, emlékedet megőrizzük, egy utolsó Jó szerencsével búcsúzunk Tőled...

Tolnay Lajos

Kántor László

1941–2017



A hazai kohászok társadalmának közismert, közkedvelt tagja távozott közülünk 2017. augusztus 13-án.

1964-ben végzett Miskolcon technológus kohómérnök-ként; ezt követően mozgalmas pályát futott be mind a vas-kohászat, mind az alumíniumipar területén.

1964–70 között a Ganz Mávagnál dolgozott különböző beosztásokban, utolsó funkciója létesítményi főmérnök volt. A gyakorlati üzemi munkánál jobban érdekelte a kereskedelem. Ehhez teremtette meg a szakmai feltételeket, amikor a Közgazdasági Egyetemen külkereskedelmi mérnök-közgazdász oklevelet szerzett.

1971-ben új oklevele birtokában a Metalimpex Acél- és Fémkülkereskedelmi Vállalathoz került. Jó adottságait bizonyítja, hogy távozásakor, 1994-ben a vállalat műszaki igazgatója volt. Közben több éven keresztül a Metalimpex osztrák, majd német közös kereskedelmi vállalatát vezette. Rövid dunaferres kitérő után 1994–98 között az állami tulajdonban lévő vállalatok magánosítását felügyelő kormányservezetben menedzselte a vas- és acélipari vállalatok privatizációját.

1998-ban került az alumíniumiparba: az ALUKER, majd a MAL kereskedelmi igazgatója lett, 2003 és 2013 között pedig nyugdíjasként igazgatósági tanácsadóként szolgálta a vállalatot. Mint külkeres vezető, bejárta a világot, sikeres tárgyalásokat folytatott. Szeretett utazni, így élvezte ezt a munkát is.

Sikeres pályafutását szeretett felesége korai halála árnyékolta be; lányát ezután egyedül nevelte. Temetésén nagyon szép gondolatnak tartottuk, hogy hamvait felesége hamvaival együtt a Duna lágy hullámai fogadták be.

Kántor László egyénisége pályájához hasonlóan színes, sokoldalú volt. Kiváló hangulatteremtő képessége, zenei és színészi adottságai következtében rendszeresen a társas rendezvények központi szereplője volt. Népszerű volt, mindenki szerette, akivel kapcsolatba került, különösen mi, az évfolyamtársai örültünk mindig, amikor együtt lehettünk vele.

Kedves Laci! Sikeres és gazdag életet éltél; kár, hogy korán befejezted. Nyugodjál békében!

Dr. Tardy Pál

Bódi Kálmán

1949–2017



Bódi Kálmán 1949. január 25-én született Budapesten. Édesapját korán elvesztette, négyéves koráig édesanyja egyedül nevelte. Ő könyvelőként dolgozott az egykori ÁFÉSZ-nél. Nevelőapja, Németh László a helyi tanácsnál volt előadó.

Kálmán általános iskolai tanulmányait Egyeken, a középiskolait Hajdúböszörményben végezte. 1967-ben nyert felvételt a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára, ahol 1972-ben metallurgia szakos, öntő ágazatos kohómérnöki diplomát szerzett.

Szakmai munkája a kezdetektől egy céghez, a kisvárdai Vulkán Vasöntődéhez kötötte. A diploma megszerzése után itt helyezkedett el üzemi technológusi beosztásban. Részt vett az első DISAMATIC formázósor Kisvárdára történő telepítésében, melynek beindítását és üzemeltetését több hónapos né-

metországi tanulmányút előzte meg. Mivel 40 évet töltött el egy munkahelyen, gyakorlatilag a Kisvárdán gyártott összes termék technológizálásában, öntőmintáinak tervezésében, annak precíz elkészítésében részt vett, majd a sorozatgyártás beindításában jeleskedett, mint műszaki osztályvezető.

A vállalat külföldi kapcsolatai révén bejárta egész Európát, tanulmányozhatta a nyugati országok öntészeti technológiáit és az ott dolgozók munkakörülményeit, s tapasztalatait saját üzemében is hasznosította. Szakmai tudását a belföldi és a külföldi partnerek egyaránt elismerték.

Bekapcsolódott az OMBKE munkájába, az Öntődei Szakosztály 1968-ban megalakult Kisvárdai helyi szervezetének lett aktív tagja munkába állásával egy időben. Az országos szakmai rendezvényeken nemcsak résztvevő, de

többször előadó is volt. A helyi szervezet titkári tisztségét 1980–85 között töltötte be, több esetben segítette az Öntödei Múzeum gyűjteménygyarapítását is.

2012-ben a Várda Vulkán Kft. műszaki igazgatójaként és a cég rész tulajdonosaként ment nyugdíjba.

A nyugdíjas éveket nem sokáig élvezhette, mert nyugdíjba vonulása után hamarosan beteg lett, és 2017. augusztus 24-én hosszan tartó súlyos betegségben, 68 évesen halt meg. Temeztésére szűk családi körben, szeptember

4-én került sor, hamvai a kisvárdai Városi Köztemetőben nyugszanak.

Őszinte, segítőkész, jóindulatú, tiszta szívű embernek ismertük már egyetemi társként is, s megdöbbenéssel vettük tudomásul, hogy a 45 éves egyetemi találkozóinkra már nem juthatott el. Emlékére találkozóinkon gyertyafény mellett énekeltük el az „Ímhol a föld alá megyünk” kezdetű selmeci dalunkat, és kívántunk neki utolsó Jó szerencsét!

Lengyelne Kiss Katalin

Dr. Miskei Mihály

1935–2017



Váratlanul elhunyt kollégánk és barátunk, Miskei Mihály Budapesten született, Soltvadkerten és Kecskeméten nevelkedett, végül Budapesten fejezte be középiskolai tanulmányait.

1953–1959 között a moszkvai Mendelejev Vegyipari Egyetemen tanult és szerzett a ritka- és szőrványfémek technológiájából mérnöki diplomát. A budapesti Fémipari Kutató intézetben kapott állást a hazai uránfeldolgozást kidolgozó laboratóriumban. E munkája közben szovjet levelező aspirantúrát is végzett, és 1966-ban Moszkvában elnyerte a kémiai tudományok kandidátusa fokozatot, a nagy tisztaságú alumínium-előállítási témakörben, majd Veszprémben a mérnök-doktori oklevelet. Ezt követően az FKI izotóplaboratóriumában dolgozott, majd az FKI színesfémkohászati osztályát vezetve halogén- ill. hidrometallurgiai területtel foglalkozott. 1976-tól műszaki tudományos munkatársként különböző irányítási, gazdálkodási és szervezési feladatokat látott el.

1983–1988 között a KGST titkárság Színesfémkohászati Osztályát vezette, közben 1984-ben kereskedelmi tagozatos gazdasági oklevelet szerzett a Bu-

dapesti Műszaki Egyetemen.

1988 júliusától a Magyar Alumíniumipari Tröszt kereskedelmi igazgatóhelyettese lett, majd a HUNGALU-nál folytatva munkáját, 1996-ban nyugállományba vonult.

A szakmával ezután sem szakította meg kapcsolatát, érdeklődése sokirányú volt. Mintegy 50 szakmai publikáció, 10 szabadalom kidolgozásában való részvétele és számos előadás megtartása dokumentálta szakmaszeretét.

Munkásságát 1961-ben és 1973-ban a Nehézipar kiváló dolgozója, 1975-ben és 1987-ben a Munka Érdemrend bronz ill. ezüst fokozata kitüntetéssel jutalmazták.

Családját nagyon szerette, de szakmai és baráti társaságokban is részt vett, és nagy szakmai tudását megosztotta barátaival is.

Kedves kollégánk, főnökünk és barátunk halálakor nehéz szavakat találni a gyászra, de emléket, optimizmusát és segítőkészségét megőrizzük, és búcsúzunk tőle az utolsó Jó szerencséttel!

-ok-

Szemelvények kohászatunk múltjából

Torockó (németül Eisenburg, románul Rimetea)

Az Aranyos mellékvize mentén, a Székelykő lábánál fekvő Torockón legalább fél évezreden át, megszakítás nélkül bányásztak vasércet, és gyártottak vasat. Bár a bányaművelés és a kohósítás módszere alig fejlődött – nagyolvasztót sem építettek – mégis Torockó a magyarországi vaskohászat történetéből nem mellőzhető.

Torockót 1257-ben említi először írott forrás. A 15. században már mezőváros. A betelepített szászok a 17. századra elmagyarosodtak, a város lakói környezetüktől elzárkózva, szokásaikban, viseletükben, építészetükben sajátos néprajzi egységet alkottak.

Egy 1785-ben hamisított, III. Andrásnak tulajdonított kiváltságlevél alapján sokáig úgy tartották, hogy a vasművesek a felső-ausztriai Eisenwurzelből (Eisenerzből) jöttek Torockóba. Az itteni vasgyártásról az első hiteles oklevél 1470-ből származik: három egész és két fél vasolvasztót, továbbá nyolc és fél hámort említ. (A „fél” kisméretű berendezést vagy fél tulajdonrész jelenthetett.) A kemencék és a hámorok nagy száma alapján feltételezhető, hogy a vastermelés kezdete a 14. század első feléig nyúlik vissza.

Az 1721–24. évi összeírás Torockón 19 vasbányát, 16 olvasztókemencét és 22 hámort vett számba. A vasgyártás a 18. században élte virágkorát, a kemencék évente átlagosan 40 héten át voltak üzemben, ez alatt dolgozták fel azt az ércet, amelyet az olvasztási szünetekben bányásztak. Az évi vastermelés húsz-ezer bécsi mázsa körül volt. A vasból a szomszédos Torockószentgyörgyön kovácsoltak ásókat, kapákat, ekevasakat. A torockói vas jó minőségű volt, a termékek magas áron keltek el, egész Erdélyben igen keresettek voltak, sőt a Havasalföldre is eljutottak.

A 19. században a kemencék és a hámorok száma s a termelés folyamatosan csökkent. 1847-ben már csak 11 bucakemence és 12 hámor működött, a termelés 12 000 mázsát tett ki, 1870-ben pedig 7 kemencével és 5 hámorral mindössze négyezer mázsa vasat készítettek.

A torockói bányászatot és vasgyártást Orbán Balázs részletesen leírja. A vasbányák a helységtől nyugatra magasodó Tilalmas oldalában voltak. „E bányák, egypár kivételével, oly nyomorult szerkezetűek, oly kezdetlegesek, minőt másutt alig lehetne találni, s emellett az azokba való behatolás oly veszélyes, hogy aki valamelyiknek megjárására elszánta magát, midőn fenekére ért, bizonyos jótékonysági fogadalmat tesz azon esetre, ha Isten szép egét meglátni megadatik neki.” Az ércet a bányász többnyire a hátán, zsákban hordja ki, csak két tárnában van fasínen járó csille. A bányától lóhátra erősített kosarakban viszik az ércet a kohó melletti pörkölőkamrákig. A bucakemencéket vízerővel működtetett fűvókkal táplálják. A kemence kibontása után kiemelt bucát (amelyet kenyérvasnak hívnak) kettévágják, és a hámorhoz viszik. Egy mázsa vas eladási ára 1846-ban 18 Ft volt, a nyereség 1,6 Ft-ot tett ki. Ezt a csekély hasznot is jórészt felemész-tette a lovak pótlására, a városi közköltségekre fordítandó pénz, ezért a vasműveseknek földműveléssel is kellett foglalkozniuk.

A torockói bánya- és kohótulajdonosok helyi jobbágysorsú kisvállalkozók voltak, a földesúrnak a kitermelt érc és a gyártott vas után cenzust fizettek, továbbá robottal is tartoztak (ezt rendszerint pénzzel váltották meg), s a bánya- és kohómunkásokkal, szénégetőkkel, fuvarosokkal jellegzetes, hierarchikus, hagyomány-ápoló társadalmat képeztek, saját közigazgatással. Ez is magyarázatot ad arra, hogy a torockói bucakemencés kohászat századokon át szinte változatlan struktúrával fennmaradt. 1898-ban még működött két kemence és egy hámor Torockón.

K. L.

Források:

Heckenast G.: A magyarországi vaskohászat története a feudalizmus korában. Bp., 1991.

Orbán B.: A Székelyföld leírása. V. k. Pest, 1871.

Jankó J.: A torockói vasbányászat és kohászat. Magyar Mérnök- és Építészegylet Közlönye, 1893.



Székely János torockói hámorának verője

Selmeci Szalamander 2017. szeptember 8–9.

